Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Anlagensicherheit –

Forschungsbericht 204 04 903

Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik

Verbundforschungsvorhaben 204 0493/01 bis 06



September 2001

Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Anlagensicherheit –

Forschungsbericht 204 04 903

Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik
Verbundforschungsvorhaben 204 0493/01 bis 06

Teilprojekte:

Stückgutlager	Dr.-Ing. Klaus Haferkamp, TÜV Rheinland Anlagentechnik GmbH, Köln
Ammoniakkälteanlagen	Dr.-Ing. Ulrich Seifert, Dr. Ing. Jochen Hübner, FHG-Umsicht, Oberhausen
Anlagen zur Lagerung und Umschlag von Flüssiggas	Dr.-Ing. Reiner Grätz, Dr.-Ing. Schmidt, Dr.-Ing. Bernd Schalau, Bundesanstalt für Materialforschung- und prüfung, Berlin
Lager für Flüssigkeiten	Dipl.-Ing. Sibylle Mayer, RW TÜV Anlagentechnik GmbH, Essen
Diskontinuierliche verfahrens- technische Produktionsanlagen	Prof. Dr.-Ing. Jörg Steinbach, Dipl.-Ing. H. Gläser, Dipl.-Ing. T. Saeger, Technische Universität, Berlin
Kontinuierliche verfahrens- technische Produktionsanlagen	Dr.-Ing. Klaus Haferkamp, Anlagentechnik GmbH, Köln TÜV Rheinland
Informationstechnische Beglei- tung: Softwareentwicklung und Benutzerhandbuch	Prof. Dr.-Ing. Helmut Franzen, Technische Fachhochschule Berlin
Projektkoordination	Dr.-Ing. Michael Nitsche, Umweltbundesamt Berlin

Inhalt **Seite**

Zusammenfassung

Mit dem Vorhaben „Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik“ wurden ausgewählte Sicherheitskonzepte in ein Informationssystem eingegeben. Das Vorhaben ist ein Verbundforschungsprojekt, das im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt wurde. Das Projekt umfasst die Teilprojekte: Stückgutlager, Ammoniakkälteanlagen, Gaslagerung, Lager für Flüssigkeiten, verfahrenstechnische Produktionsanlagen, informationstechnische Begleitung mit Softwareentwicklung. Neben der Erfassung beispielhafter Sicherheitskonzepte war ein wichtiges Arbeitsziel, Möglichkeiten und Anwendungsgrenzen für den praktischen Einsatz des Dokumentationssystems aufzuzeigen. Ferner galt es, die Datenstrukturen und die Benutzerführung des Datenbanksystems zu optimieren. Eine der wesentlichen Neuerungen dieses Informationssystems zur Unterstützung der sicherheitstechnischen Bewertung von Lager- und Produktionsanlagen ist, dass die verfahrenstechnische Sichtweise und der sicherheitstechnische Lösungsansatz in den Mittelpunkt der Betrachtungen gestellt wird. So können verfahrens- und sicherheitstechnische Fortentwicklungen im Datenbanksystem besonders gut abgebildet werden. Dies ist mit anderen bereits seit längerem eingeführten Informationssystemen mit vergleichbarer Schwerpunktsetzung nicht möglich. Diese haben meistens die Vorschriften und Regelwerke, z.B. die Technische Regel, als zentralen Bezugspunkt und bekanntermaßen können diese die Fortschritte in der Verfahrens- und Sicherheitstechnik nur sehr bedingt abbilden. Ein weiterer entscheidender Vorteil des hier verwendeten Dokumentationskonzeptes ist, dass zwei oder mehrere dokumentierte Sicherheitskonzepte auch äquivalente Lösungen für ein und dieselbe verfahrenstechnische Fragestellung sein können. Der Stand der Sicherheitstechnik wird somit beispielhaft konkretisiert, aber nicht abschließend dokumentiert. Das Datenbanksystem zeichnet sich ferner dadurch aus, dass die sehr umfangreichen Informationen zum Stand der Sicherheitstechnik redundanzfrei und damit effizient erfasst und aktualisiert werden können. Möglich wird dies durch einen modularen Aufbau des Datenbanksystems in Verbindung mit einer Klassifizierung der sicherheitsbezogenen Informationen. Beispielsweise lassen sich neue Sicherheitskonzepte sehr schnell erfassen, indem die Sicherheitsinformationen bereits vorliegender Konzepte „vererbt“ werden.

Ein auf der Basis dieses Vorhabens später einzuführendes Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik soll Anlagenbetreiber, Anlagenhersteller, Behörden und

Sachverständige bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik unterstützen. Zu diesem Zweck ist das Dokumentationssystem in erster Linie als eine Informationsquelle für den sachkundigen Anwender gedacht. Bei der Bewertung des Standes der Sicherheitstechnik einer Anlage kann dann mit Hilfe des Dokumentationssystems auf alternative Sicherheitskonzepte zurückgegriffen werden. Diese stellen gegebenenfalls bereits die gesuchte Lösung dar oder aber vermitteln grundlegende Anhaltspunkte, auf denen fallspezifische Überlegungen und sicherheitsanalytische Arbeiten aufbauen können. Wichtig ist ferner, daß sicherheitsrelevante Entscheidungen nicht vom System, sondern immer außerhalb des Systems getroffen werden müssen. Das Dokumentationssystem soll ferner die Kommunikation zwischen Fachleuten im Sinne einer gemeinsamen Informations- und Sprachplattform (Informationsnetzwerk) unterstützen. Dazu ist in einem Folgeprojekt (ab 2002) eine Datenabfrage und ein Diskussionsforum über das Internet vorgesehen.

Die Ergebnisse des Vorhabens sind in dem vorgelegten Abschlussbericht dargestellt, der die Einführung und die schriftlichen Abschlussberichte der Teilprojekte umfasst. Die beispielhaften Sicherheitskonzepte selbst sind ausschließlich in der Datenbank hinterlegt, da der Ausdruck aller Konzepte mehrere hundert Druckseiten umfasst. Der schriftliche Teil des Abschlussberichtes beinhaltet die Darstellung des Datenbankkonzeptes und das Nutzerhandbuch zur Datenbank, enthalten sind ferner die konzeptionellen Überlegungen der Projektpartner bei der Erstellung und der Eingabe der Sicherheitskonzepte, wobei durchaus sehr unterschiedliche Wege gegangen wurden. Die dabei aufgetretenen Probleme sowie die entsprechenden Lösungen sind ebenfalls im Abschlussbericht beschrieben. In dem Bericht enthalten sind ferner Aussagen zu den Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung und Weiterentwicklung des hier genutzten Informationssystems.

Die Datenbank mit den dokumentierten Sicherheitskonzepten besteht aus zwei Datenfiles einer Access Datenbank (dosis.mdb und dosis.tab). Die Dateien werden zum Download auf der Internetseite des Umweltbundesamtes www.umweltbundesamt.de bereitgestellt..

Einführung in das Verbundforschungsvorhaben

Vorbemerkung

Mit dem Vorhaben "Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik" wurden ausgewählte Sicherheitskonzepte in ein Datenbanksystem eingegeben. Neben der Erfassung beispielhafter Sicherheitskonzepte war ein wichtiges Arbeitsziel Möglichkeiten und Anwendungsgrenzen für den praktischen Einsatze des Dokumentationssystems aufzuzeigen. Ferner galt es die Datenstrukturen und die Benutzerführung des Datenbanksystems zu optimieren. Das Vorhaben selbst war als Verbundforschungsvorhaben konzipiert und umfasst die Teilprojekte:

Teilprojekt	**Projektpartner**
• Stückgutlager	Dr.-Ing. Klaus Haferkamp, TÜV Rheinland Anlagentechnik GmbH, Köln
• Ammoniakkälteanlagen	Dr.-Ing. U. Seifert, Dr. Ing. Jörg Hübner, FHG-Umsicht, Oberhausen
• Gaslagerung	Dr.-Ing. Reiner Grätz, Dr.-Ing. Schmidt, Dr.-Ing. Bernd Schalau, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin
• Lager für Flüssigkeiten	Dipl.-Ing. Sibylle Mayer, RW TÜV Anlagentechnik GmbH, Essen
• Diskontinuierliche verfahrens- technische Produktionsanlagen	Prof. Dr.-Ing. Jörg Steinbach, Dipl.-Ing. H. Gläser, Dipl.-Ing. T. Saeger, Technische Universität, Berlin
• Kontinuierliche verfahrens- technische Produktionsanlagen	Dr.-Ing. Klaus Haferkamp, Anlagentechnik GmbH, Köln TÜV Rheinland
• Informationstechnische Beglei- tung und Softwareentwicklung	Prof. Dr.-Ing. Helmut Franzen, Technische Fachhochschule Berlin

Die Projektkoordination erfolgte beim Umweltbundesamt; Fachgebiet „Anlagensicherheit und Störfallvorsorge“ durch Dr.-Ing. Michael Nitsche.

Der schriftliche Teil des Abschlussberichtes zum Verbundvorhaben besteht aus dieser Einführung und den Abschlussberichten der Teilvorhaben. Die beispielhaften Sicherheitskonzepte selbst sind ausschließlich in der Datenbank hinterlegt, da der Ausdruck aller Konzepte mehrere hundert Druckseiten umfasst. In den Abschussberichten der Teilprojekte sind die jeweils spezifischen Ziele und Ergebnisse dargestellt. Diese

betreffen unter anderem die konzeptionellen Überlegungen der Projektpartner bei der Erstellung und der Eingabe der Sicherheitskonzepte, wobei durchaus sehr unterschiedliche Wege gegangen wurden. Die dabei aufgetretenen Probleme sowie die entsprechenden Lösungen sind ebenfalls in den Teilberichten beschrieben. Die Teilberichte enthalten ferner Aussagen zu den Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung und Weiterentwicklung des hier genutzten Informationssystems. Der schriftliche Teil des Abschlussberichtes beinhaltet außerdem das Nutzerhandbuch zur Datenbank (Kapitel: Informationstechnische Begleitung und Softwareentwicklung).

In dieser Einführung sind die Informationen zusammengefasst, die für alle Teilprojekte gleichermaßen zutreffen. Zunächst wird der umweltrechtliche Hintergrund und die Problem- und Aufgabestellung des Verbundprojektes beschrieben. Im weiteren folgen grundlegende Hinweise zum verwendeten Datenbankprototyp und dem ihm zugrundeliegenden Datenbankkonzept. Die Durchführung des Verbundforschungsvorhabens und dessen Ergebnisse werden übergreifend dargestellt und zusammengefasst. Den Abschluss dieser Einführung bildet ein Ausblick zur künftigen Verwendung des Datenbanksystems. Im Anhang findet sich noch eine ausführlichere Darstellung des Datenmodells und Grundsätzliches zur Anwendung des Datenbanksystems.
Die Datenbank mit den dokumentierten Sicherheitskonzepten wird zum Download auf der Internetseite des Umweltbundesamtes [www.umweltbundesamt.de] bereitgestellt.

Hintergrund

Stand der Sicherheitstechnik

Mit der Störfallverordnung [1] wird in Deutschland die Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik für bestimmte Betriebsbereiche und Anlagen vorgeschrieben. In der Verordnung findet sich dazu folgende Definition: "Der Stand der Sicherheitstechnik umfasst den Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Verhinderung von Störfällen oder zur Begrenzung ihrer Auswirkungen gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Sicherheitstechnik sind insbesondere vergleichbare Verfahren,

[1] 12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung), BGBl. I: 603, 2000

Einrichtungen und Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg im Betrieb erprobt sind“. Diese Definition lässt erkennen, dass der Stand der Sicherheitstechnik rechtlich unbestimmt ist. Dadurch wird erstens die Rechtsvorschrift von Detailregelungen freigehalten und zweitens eine flexible Anpassung an den technischen Fortschritt ermöglicht. Rechtlich unbestimmte Begriffe haben jedoch den unvermeidbaren Nachteil, dass der Rechtsanwender nicht unmittelbar erkennen kann, was konkret verlangt wird, sondern dazu eigene Ermittlungen anstellen muss. Diesem Nachteil steht jedoch ein gewichtiger Vorteil gegenüber. Unterschiedliche Sicherheitskonzepte, die aus verschiedenen technischen und organisatorischen Elementen zusammengesetzt sein können, sind als äquivalent anzusehen, sofern der systematische Nachweis der Wirksamkeit des jeweiligen Sicherheitskonzeptes erbracht wird.

Betreiber, Behörden und Sachverständige müssen bei der Ermittlung sicherheitstechnisch fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen mehr oder weniger aufwendige Betrachtungen anstellen, je nachdem, ob eher komplexe oder vergleichsweise einfache Anlagen zu beurteilen sind. Dabei gilt es, einzelne in ihrer Art sehr unterschiedliche sicherheitsbezogene Aufgabenstellungen zu lösen. Die Unterschiede in den Aufgabenstellungen betreffen beispielsweise die Art der Gefahr (Brand, Explosion, Stofffreisetzung) oder die verfahrenstechnischen Bedingungen (chemische Umwandlungs- und physikalische Trennprozesse oder die Lagerung von Gefahrstoffen). Der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik ist aufgrund der Vielfalt zu berücksichtigender Gefahrenquellen und der großen Bandbreite möglicher Sicherheitsmaßnahmen ein komplexer Prozess [2].

Problemstellung

Trotz zahlreicher Arbeitshilfen und Erkenntnisquellen ist die Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik in vielen Fällen mit großem Aufwand und zum Teil mit prinzipiellen Schwierigkeiten verbunden. Die Gründe dafür sind vielfältig.

Ein Grund ist beispielsweise, dass die Informationen zum Stand der Sicherheitstechnik auf zahlreiche Technische Regeln, Richtlinien, Normen, Leitfäden etc. verteilt sind. In

[2] Leitfaden der Störfallkommission: Schritte zur Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik, SFK-GS-32, Entwurf 2001

Deutschland sind etwa 3500 Sicherheitstechnische Regeln, Normen, Richtlinien etc. [3] (Sicherheitstechnisches Regelwerk) für Anlagen relevant, die unter den Anwendungsbereich der Störfallverordnung fallen. Ferner ist bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik neben dem Regelwerksbezug der Praxisbezug zu beachten [4]. Die Beachtung des Praxisbezugs erfordert häufig spezielles Hintergrund- und Expertenwissen. Dieses ist besonders für kleine und mittlere Unternehmen sowie Behörden schwierig zu ermitteln. Aber gerade Hintergrundinformationen und Expertenwissen sind in vielen Fällen die entscheidenden Informationsquellen. Schließlich kommt es zu Doppelarbeiten bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik. In Unternehmen, von Sachverständigen und in Aufsichtsbehörden werden Sicherheitskonzepte bewertet und dazugehörige Überlegungen und Recherchen angestellt, obwohl bereits an anderer Stelle ähnliche Sicherheitskonzepte erstellt wurden. Ein Grund für solche Doppelarbeiten ist, dass das Wissen um oder der Zugang zu Unterlagen von Sicherheitskonzepten oft nicht gegeben oder möglich ist. Anlagendokumentationen bei Unternehmen und Behörden sind bezüglich Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen vertraulich. Aber selbst nicht vertrauliche Anlagendokumentationen zu Sicherheitsmaßnahmen, die beispielsweise in Genehmigungsunterlagen öffentlich ausgelegt wurden, sind praktisch nicht verfügbar. Es fehlen nämlich Informationswege, auf denen sich solche prinzipiell zugänglichen Daten zum Stand der Sicherheitstechnik kommunizieren lassen.

Aufgabenstellung

Die oben beschriebene unbefriedigende Situation bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik gilt es zu verbessern. Ziel ist es im Rahmen dieses Vorhabens ein Informationssystem weiter zu entwickeln, das helfen soll, den Arbeitsaufwand für die Ermittlung von Hintergrundinformationen zu erleichtern und den Informationsfluss zu bereits erstellten Sicherheitskonzepten nachhaltig zu verbessern. Die Grundlage ist ein

[3] Marschall HW, Forschungsbericht: Verzeichnis technischer Regeln und Rechts- und Verwaltungsvorschriften zur Störfallverordnung, Umweltbundesamt, Berlin 1986

[4] Neuser U, Zusammenstellung der rechtlichen Grundlagen für die Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik, GRS, Köln 2000

Dokumentationskonzept zum Stand der Sicherheitstechnik [5] und ein Datenbankprototyp [6], dessen Entwicklung im Rahmen eines früheren Projektes erfolgte.

Mit dem hier vorgestellten Verbundvorhaben "Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik" wurden ausgewählte Sicherheitskonzepte in ein Datenbanksystem eingegeben, die vorher als dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechend bewertet werden sollten. Neben der Erfassung beispielhafter Sicherheitskonzepte war ein wichtiges Arbeitsziel, Möglichkeiten und Anwendungsgrenzen für den praktischen Einsatze des Dokumentationssystems aufzuzeigen. Dabei war u.a. zu klären, ob

- bei einer späteren Recherche im Informationssystem die sicherheitstechnische Aufgabenstellung erkannt wird,
- gleichwertige Lösungsansätze dokumentiert und recherchiert werden können,
- die ganzheitliche Betrachtung (z.B. Technik und Organisation) der Anlagensicherheit im System abbildbar ist.

Ferner galt es die Datenstrukturen und die Benutzerführung des Datenbanksystems zu optimieren.

Ausgangslage - Datenbankkonzept und Datenbankprototyp

Im Folgenden werden die Ziele und die wichtigsten Eigenschaften des Datenbankkonzeptes [5, 6] und eines zukünftig darauf basierenden internetgestützten Informationssystems (ab 2002) zusammengefasst. Weiterführende Darstellungen zum Datenbankkonzept finden sich im Anhang zu dieser Einführung.

---

[5] Nitsche M, Steinbach J, Dokumentationskonzept zum Stand der Sicherheitstechnik, TÜ 40 (1999) 9, S. 42/46

[6] Franzen, Forschungsbericht: Sicherheitstechnische Anforderungsprofile für Funktionseinheiten sicherheitstechnisch bedeutsamer Industrieanlagen - Teil II: Entwicklung eines Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik, Umweltbundesamt, Berlin 1996

Zielgruppen

Ziel des zukünftigen Informationssystems ist die Unterstützung von Anlagenbetreibern (insbesondere kleine und mittlere Unternehmen), Anlagenherstellern, Behörden und Sachverständigen bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik. Das Informationssystem soll daher in erster Linie eine Informationsquelle für den sachkundigen Anwender im Rahmen der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik sein. Das Informationssystem kann ferner die Kommunikation zwischen Fachleuten im Sinne einer gemeinsamen Informations- und Sprachplattform (Informationsnetzwerk) unterstützen. Das Informationssystem soll des weiteren Berufseinsteigern oder allen, die sich nur gelegentlich mit sicherheitsbezogenen Fragestellungen befassen, helfen den sicherheitstechnischen und rechtlichen Kontext leichter zu erschließen.

Beispielhafte Sicherheitskonzepte

In der Vergangenheit zeigte sich, dass die Beschreibung fortschrittlicher Sicherheitstechnik anhand beispielhafter Sicherheitskonzepte gut gelingt. Gute Erfahrungen wurden gemacht mit Beispielsicherheitsanalysen, die im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt wurden und ferner mit Sicherheitskonzepten, die im Sicherheitstechnischen Regelwerk [7, 8, 9, 10] aufgenommen sind. Beispielhafte Sicherheitskonzepte vermitteln grundlegende Anhaltspunkte, auf denen fallspezifische Überlegungen und sicherheitsanalytische Arbeiten aufbauen können. Beispielhafte Sicherheitskonzepte haben gegenüber Technischen Regeln den besonderen Vorteil, dass Vergleichsgrößen und Hintergrundwissen viel flexibler eingebunden werden können. Der Grund dafür ist die hohe Darstellungsflexibilität und Informationsbreite. Das hier verwendete Datenbankkonzept basiert auf dem Grundprinzip der Erfassung beispielhafter Sicherheitskonzepte. Entscheidend ist, dass die in der Datenbank

---

[7] Richtlinien für die Vermeidung von Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung. - Explosionsschutz-Richtlinien - (ExRl), Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften

[8] VDI/VDE-Richtlinie 2180 Blatt 2: Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozeßleittechnik - Klassifizierung von PLT-Einrichtungen - Ausführung, Betrieb und Prüfung von PLT-Schutzeinrichtungen (Entwurf), VDI Verlag, Düsseldorf 1996

[9] DVWK Regeln 134/1997 zur Wasserwirtschaft - Abwasseranlagen als Auffangvorrichtungen, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau, Bonn 1997

[10] Beispiele für systematische Sicherheitsbetrachtungen nach TRGS 300, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin , Dortmund 1998

gespeicherten Sicherheitskonzepte den Stand der Sicherheitstechnik zwar beispielhaft konkretisieren, ihn aber nicht abschließend festschreiben. Dabei gilt, dass für ein und dieselbe verfahrenstechnische Fragestellung auch mehrere Beispiele äquivalente Lösungen sein können.

Verfahrenstechnische Sichtweise

Ein weiteres Charakteristikum des Dokumentationssystems ist, dass die verfahrenstechnische Sichtweise im Mittelpunkt steht. Dadurch unterscheidet sich dieses Datenbankkonzept von den in letzter Zeit entwickelten rechnerbasierten Informationssystemen zum Sicherheitstechnischen Regelwerk, die beispielsweise als CD-ROM oder Internet Versionen angeboten werden. Diese haben meistens die Vorschriften und Regelwerke, z.B. die Technische Regel, als zentralen Bezugspunkt und die Weiterentwicklung des Sicherheitstechnischen Regelwerkes erfolgt oft sprunghaft, beispielsweise in Folge der Übernahme europäischer Regelungen zu Beschaffenheitsanforderungen sicherheitstechnischer Komponenten. Dagegen entwickelt sich die Verfahrenstechnik und damit die Sicherheitstechnik vergleichsweise stetig weiter. Für dieses neue Datenbanksystem erscheint die Fokussierung auf die Verfahrenstechnik als Bezugspunkt der Datenerfassung besonders geeignet.

Modularer Aufbau und Kategorienbildung

Das Datenbanksystem zeichnet sich des weiteren dadurch aus, dass die sehr umfangreichen Informationen zum Stand der Sicherheitstechnik redundanzfrei und damit effizient erfasst und aktualisiert werden können. Möglich wird dies durch einen modularen Aufbau des Datenbanksystems in Verbindung mit einer Klassifizierung der sicherheitsbezogenen Informationen.

Die sicherheitsbezogenen, stofflichen und verfahrenstechnischen Aspekte eines Sicherheitskonzeptes werden in überschaubare Betrachtungsbereiche aufgeteilt, und zwar für Funktionseinheiten verfahrenstechnischer Anlagen. Bei jedem Sicherheitskonzept wird die rechtliche und die ingenieurwissenschaftliche Sicht verzahnt, indem Fließbilder in der Datenbank erfasst und mit den für das Sicherheitskonzept relevanten Erkenntnisquellen verknüpft werden. Hintergrundinformationen- und Expertenwissen werden mit den Fließbildern, über Sicherheitshinweise und vielfältige Kommentaropti-

onen eingebunden.

Neue Sicherheitskonzepte lassen sich sehr schnell erfassen, indem die Sicherheitsinformationen bereits vorliegender Konzepte „vererbt" werden. Der Aufwand für die Datenaufnahme wird minimiert, da lediglich die Unterschiede zwischen ähnlichen Sicherheitskonzepten eingegeben werden müssen.

Durchführung des Verbundforschungsvorhabens

Im Folgenden werden Hinweise gegeben, wie die generellen Arbeitsziele dieses Verbundforschungsvorhabens

- Eingabe ausgewählter Sicherheitskonzepte in den Datenbankprototyp,
- Aufzeigen der Möglichkeiten und Anwendungsgrenzen eines zu realisierenden Dokumentationssystems sowie
- Optimierung der Datenstrukturen und der Benutzerführung

konkretisiert und die Teilvorhaben koordiniert wurden. Diese Hinweise betreffen überwiegend alle Teilvorhaben. Die teilvorhaben-spezifischen Aufgaben- und Fragestellungen sind dagegen in den jeweiligen Teilberichten dargestellt.

Für die Eingabe der beispielhaften Sicherheitskonzepte waren drei Aufgabenstellungen von besonderem Interesse:

1. Für einen Anlagentyp (Anlagen zum Lagern und Umschlagen von Flüssiggas) wurde untersucht, wie detailliert, d.h. vollständig, sich Informationen zum Stand der Sicherheitstechnik mit dem Dokumentationskonzept erfassen lassen. Ein Ziel dieses Teilvorhabens war, die Systemgrenzen bezüglich der Informationstiefe auszuloten.
2. Anhand der Anlagentypen (Lager für Stückgüter und Lager für umweltgefährdende Flüssigkeiten sowie Ammoniakkälteanlagen) sollte u.a. untersucht werden, wie identische Anlagenelemente oder Funktionsgruppen für die Darstellung verschiedener Anlagentypen herangezogen werden können. Entsprechende Untersuchungen wurden auf einem mittleren Detaillierungsgrad vorgenommen. Auch sollten die grundlegenden Datenstrukturen stabilisiert werden, damit bei der späteren Einbeziehung weiterer Anlagentypen Konformitätsproblemen vorgebeugt wird.
3. Für verfahrenstechnische Prozessanlagen galt es zu ermitteln, ob deren Sicherheitsmerkmale hinreichend typisiert und klassifiziert werden können. Die entsprechen-

den Untersuchungen wurden an einigen Funktionseinheiten beispielhaft durchgeführt.

Die Aufnahme der Sicherheitskonzepte erfolgte schrittweise. In regelmäßigen Besprechungen mit allen Projektpartnern wurden die in der Zwischenzeit aufgetretenen Fragen und Probleme geklärt. Wenn erforderlich, wurden die Arbeitsziele neu überdacht und ggf. modifiziert.

Zu den Arbeitszielen, auch der "fachlichen Teilprojekte" zählte das Aufzeigen von Verbesserungen der Datenstrukturen und der Datenbankfunktionalitäten (u.a. Testen der Datenbanksoftware). Eine scharfe Abgrenzung des Arbeitsanteils bei den "fachlichen Teilprojekten" zwischen der Eingabe von Sicherheitskonzepten und der Datenbankweiterentwicklung war nicht möglich, im Mittel werden die Arbeitsanteile auf jeweils etwa 50% geschätzt. Das Teilprojekt "informationstechnische Begleitung" diente der Weiterentwicklung der Datenstrukturen und der Datenbankfunktionalitäten (Datenbanksoftwareentwicklung). Ferner wurden die Daten der "fachlichen" Teilvorhaben zusammengeführt und der Datenaustausch organisiert. Die Koordinierung des Verbundforschungsvorhabens insgesamt erfolgte durch das Umweltbundesamt.

Ergebnisse des Verbundforschungsvorhabens

Im Folgenden werden einige Ergebnisse und kritische Anmerkungen zum Datenbankkonzept und der späteren Anwendung der Datenbank thematisiert. Ausführlich sind die teilvorhaben-spezifischen Ergebnisse in den jeweiligen Teilberichten dargestellt.

Ammoniakkälteanlagen

Die Dokumentation der Anforderungen und Maßnahmen für ammoniakbetriebene Kälteanlagen nach dem Stand der Sicherheitstechnik war in dem verwendeten Datenbanksystem nicht unbegrenzt möglich. Auf der inhaltlichen Ebene existieren grundsätzlich Schwierigkeiten bei der Zuordnung von Informationen, sofern diese nicht in dem Anlagenfließbild darstellbar sind. Hierzu zählen ganz besonders die

organisatorischen Maßnahmen. Da es sich bei den betrachteten Kälteanlagen aber eher um einen abgeschlossenen Anlagentyp mit einem weitgehend festgeschriebenen Stand der Technik handelt, ließen sich die meisten Sicherheitsanforderungen auch abbilden.

Lager für Flüssigkeiten

Um die Überschaubarkeit des Datenbanksystems für Flüssigkeitslager zu gewährleisten, wurde eine Darstellungsweise mit mittlerem Differenzierungs- und Detaillierungsgrad gewählt. Dementsprechend wurde bei den einzelnen Funktionseinheiten auf eine hohe Spezifizierung der betrieblichen Randbedingungen des Lagers verzichtet. Die Funktionseinheiten können aber problemlos durch den Anwender an die speziellen Gegebenheiten eines konkreten Lagers angepasst werden. Diese Vorgehensweise ist für Anlagen zur Lagerung von Flüssigkeiten insofern sinnvoll, als Lageranlagen im allgemeinen verfahrenstechnisch klar umgrenzt sind und sich bezüglich der Grundanforderungen an die sicherheitstechnische Ausführung nicht stark voneinander unterscheiden. Alle wesentlichen Hinweise auf zu berücksichtigende Vorschriften und die daraus resultierenden Sicherheitsanforderungen bei der Lagerung von Flüssigkeiten konnten in das Datenbanksystem eingearbeitet werden.

Anlagen zur Lagerung und Umschlag von Flüssiggas

Die potentiellen Nutzer des Systems müssen berücksichtigen, dass die Vollständigkeit des Sicherheitskonzeptes für eine spezielle Flüssiggas-Anlage nicht garantiert werden kann, da zur Beurteilung einer konkreten Anlage auch die umgebungsbedingten Gefahrenquellen und das zu schützende Umfeld der Anlage zu berücksichtigen sind. Diese Informationen können nicht in einer allgemeingültigen Form mit dem Datenbanksystem erfasst werden, sondern sind immer über eine Einzelbetrachtung der realen örtlichen Gegebenheiten zu ermitteln.

Stückgutlager

Direkt nutzbar ist das Datenbanksystem nur für die im Informationssystem

dokumentierten und in einem engen Rahmen für vergleichbare Anlagen. Der Stand der Sicherheitstechnik kann in einer an der Darstellung von Anlagen orientierten Datenbank nur beispielhaft erfasst werden. Daher muss der Zugang zu der Datenbank für einen Nutzer so gestaltet sein, dass

- die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik für eine zu bewertende Anlage anhand der dokumentierten Beispielanlagen aufgezeigt wird oder

- Lösungsansätze für sicherheitstechnische Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit den Kriterien, denen sie genügen müssen, dargestellt werden und damit eine analoge Übertragung auf die vorgegebene Aufgabenstellung möglich wird.

Möglichkeiten und Grenzen der Einbindung verfahrenstechnischer Produktionsverfahren

Im Bereich chemischer Produktionsanlagen ist für eine Beurteilung der Sicherheit der Anlage eine umfassende Grundkenntnis des Stoffverhaltens sowie der Zuverlässigkeitskenngrößen und des Verhaltens der jeweils eingesetzten Komponenten erforderlich. Es wird nicht möglich sein, dass z.B. Personen mit wechselnden Arbeitsgebieten, auch wenn sie sicherheitsrelevante Grundkenntnisse besitzen, aufgrund einer wie vorgegeben strukturierten Datenbank eine Anlage zutreffend bewerten können.
Produktionsanlagen haben in der Regel einen wesentlich höheren Komplexitätsgrad als die übrigen Anlagenarten, an denen sich bisher das Konzept der Datenbank orientiert. Dabei ist insbesondere unter dem Aspekt von Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen bei Freisetzungen erforderlich, die Gesamtanlage zu betrachten (Explosionsschutzzonen, Gaswarnanlagen, Begrenzungseinrichtungen). Es zeigte sich, dass mit dem derzeitigen Dokumentationskonzept Sicherheitszusammenhänge nicht darstellbar sind, die im anlagentechnischen Verbund getrennt oder räumlich getrennt sind. Gleichfalls nicht darstellbar sind Sicherheitszusammenhänge, die an verfahrenstechnisch getrennten Teilsystemen auftreten, wenn diese z.B. durch wärmetechnische Kopplung im engen Verbund installiert sind.

Kontinuierliche verfahrenstechnische Produktionsverfahren

Das vorliegende Teilvorhaben zeigt für kontinuierliche Produktionsanlagen, dass zu einer Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik

- Informationen zur betrachteten Anlage überwiegend auf der Grundlage von Fließbildern nicht ausreichen,
- der Bezug auf das Technische Regelwerk im Sinne der vorliegenden Datenstruktur nicht konkret genug ist, um Sicherheitsanforderungen aufzuzeigen.

Für eine praktische Anwendung in diesen Aufgabenfeldern sind die in dem vorliegenden Rahmen dokumentierten Sicherheitsaussagen von direktem Nutzen nur für die dokumentierten Anlagen und in sehr engem Rahmen für vergleichbare Anlagen.

Bei einer Weiterentwicklung sollte zur Darstellung der in Produktionsanlagen installierter Sicherheitstechnik ein System von Sicherheitsgrundsätzen einbezogen werden. Damit würde eine Bewertung der Gleichwertigkeit verschiedener Lösungen einer Sicherheitsaufgabe ermöglicht.

Diskontinuierliche verfahrenstechnische Produktionsverfahren

Die prinzipielle Herangehensweise, eine Anlage in Teilanlagen, Funktionsgruppen und Anlagenelemente zu unterteilen, sollte verbreitetere Anwendung finden. Die entsprechende Dokumentation einer so analysierten Anlage ist im Datenbanksystem dokumentierbar. Die weitergehende Interpretation von so abgebildeten Sicherheitskonzepten ist für Vielstoffanlagen nicht durchführbar. Ursache ist hier die völlig andere Herangehensweise, dass die Anlage nicht für einen Prozess ausgelegt und gestaltet wird, sondern die Verfahren solange entwicklerisch modifiziert werden, dass sie mit den gegebenen Anlagenbedingungen kompatibel sind. Der hieraus folgende oftmals hohe Grad an organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen ist in das hierfür zu starre Datenbankkonzept nicht einbindbar. Die Ausbildungs- und Standortspezifika sowie das Erfahrungswissen über einen bestimmten chemischen Prozess ist nur im Rahmen von Synthesesicherheitsanalysen darstell- und überprüfbar.

Anhang

Datenmodell

Im Folgenden werden die grundlegenden Überlegungen vorgestellt, wie sich der Aufbau einer Datenbank zu beispielhaften Sicherheitskonzepten begründet und wie mit dem Dokumentationssystem die umfangreichen und thematisch vielschichtigen Erkenntnisquellen zum Stand der Sicherheitstechnik verdichtet und leichter kommuniziert werden können.

In einer Datenbank zum Stand der Sicherheitstechnik muss eine hohe Informationsdichte vielfältiger Informationsgehalte verarbeitet werden. Damit die Datenvielfalt zu handhaben ist, wurden die zu speichernden Daten benannt, strukturiert und klassifiziert. Die Datenstruktur wurde so gewählt, dass im Mittelpunkt jeweils beispielhafte Sicherheitskonzepte stehen. Für jedes Sicherheitskonzept wird eine verfahrenstechnische Funktionseinheit definiert. Verfahrenstechnische Funktionseinheiten wiederum werden für Teil/Anlagen, Funktionsgruppen und Anlagenelemente festgelegt und auf drei Betrachtungsebenen angesiedelt (Abb. 1). Vergleichbar einem Baukastensystem werde aus Anlagenelementen Funktionsgruppen und aus Funktionsgruppen wiederum Teilanlagen oder einfache Anlagen zusammengesetzt.

Die Verknüpfung von Anlagenteilen zu Funktionsgruppen und dieser wiederum zu Teilanlagen bieten drei wesentliche Vorteile für ein Datenbanksystem:

- Die Informationsdichte wird für jede Funktionseinheit auf überschaubare Informationsmengen eingegrenzt.
- Ein Lösungsansatz zu einem bestimmten Anlagenelement wird nur einmal erarbeitet und gespeichert, kann aber mehreren Funktionsgruppen zugeordnet werden. Das gleiche gilt für Funktionsgruppen als Bausteine von Teilanlagen.
- Auf jeder Betrachtungsebene - Teilanlage, Funktionsgruppe, Anlagenelement - können die dominierenden Sicherheitsaspekte selektiv erfasst werden (Abb. 1).

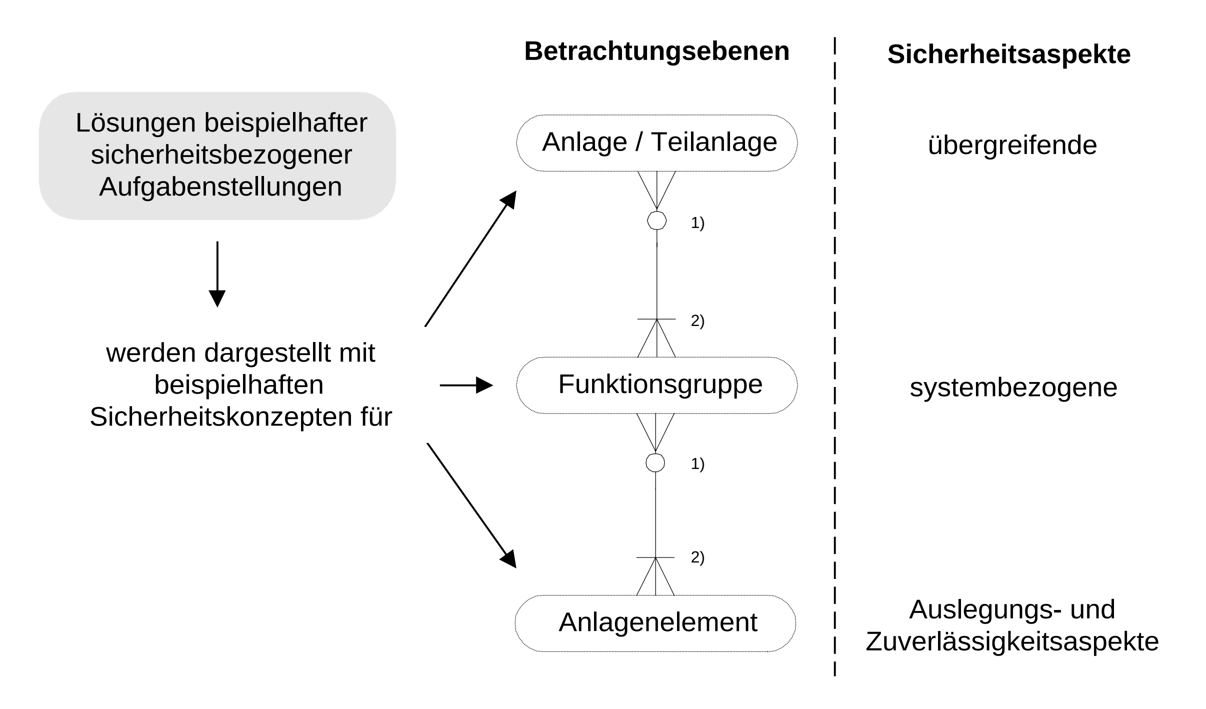


Abb. 1: Betrachtungsebenen und dominierende Sicherheitsaspekte

dominierende Sicherheitsaspekte	Beispiele
übergreifende	Alarm- und Gefahrenabwehrplanung
systembezogene	Einblocken von Gasen in Anlagenteilen
Auslegungs- und Zuverlässigkeitsaspekte	Prüfungen von Schlauchleitungen und Gelenkrohren

[1)] O, 1 oder mehrere übergeordnete Funktionseinheiten beziehen sich auf eine untergeordnete
[2)] mindestens eine oder mehrere untergeordnete Funktionseinheiten beziehen sich auf eine übergeordnete

Jedem beispielhaften Sicherheitskonzept, d.h. jeder verfahrenstechnischen Funktionseinheit werden im Datenbanksystem die relevanten Informationen zum Stand der Sicherheitstechnik zugeordnet. Das vereinfachte Datenmodell (Abb. 2) gibt einen Überblick zu den Datenklassen sowie deren Verknüpfungen. Das detaillierte Datenmodell findet sich in [5]. Bei der Erstellung des Datenmodells wurden folgende Annahmen getroffen: Die Gefahrenart (Brand, Explosion, Stofffreisetzung) und mögliche Gefahrenpotentiale, die von verfahrenstechnischen Anlage ausgehen können, resultieren letztlich aus stofflichen, prozess- und verfahrenstechnischen Eigenschaften, den gehandhabten Stoffmengen sowie betrieblichen und örtlichen Randbedingungen. Aufgrund obiger Annahmen ließen sich folgende Datenklassen für die Beschreibung von Sicherheitskonzepten ableiten:

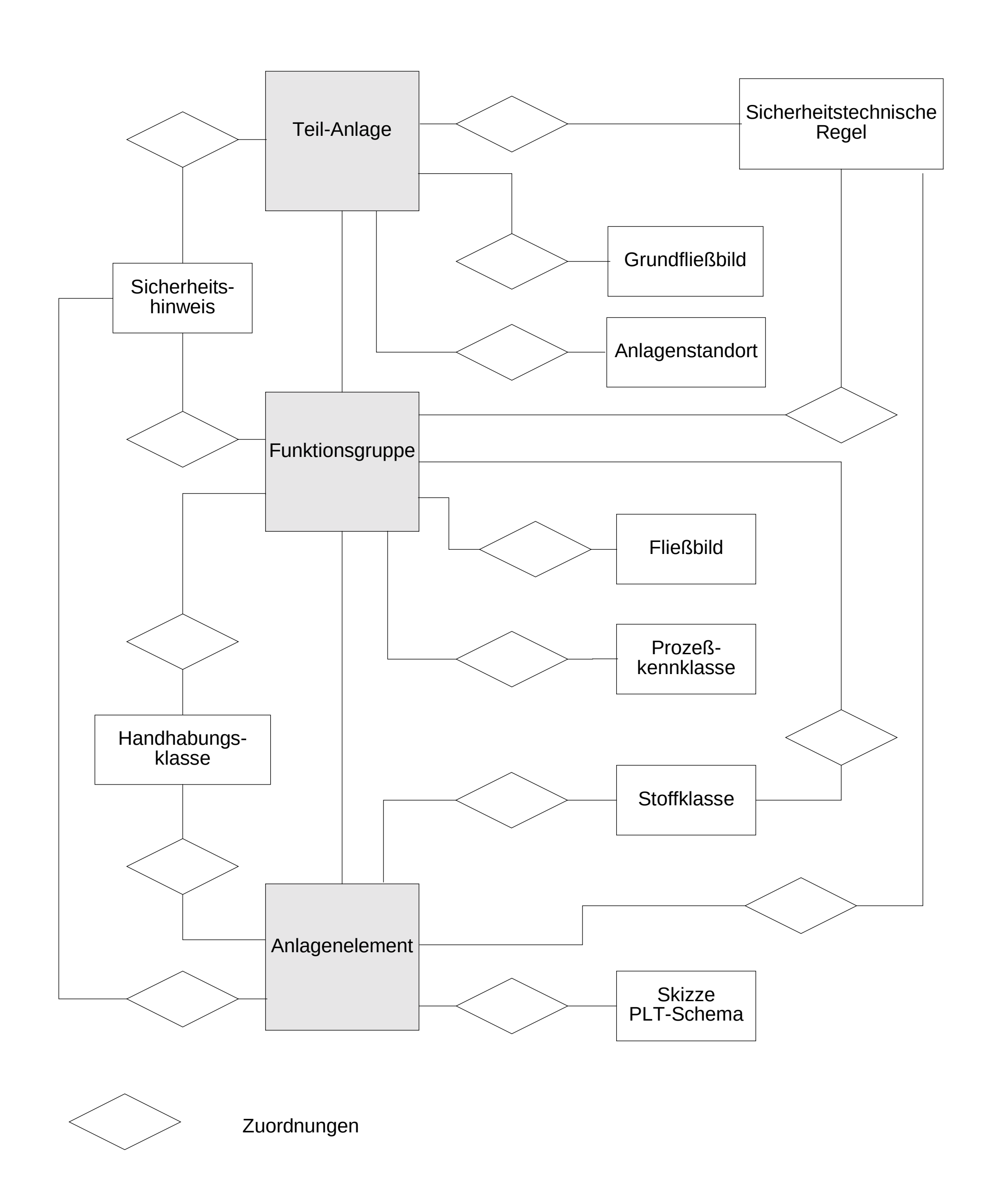


Abb. 2: Vereinfachtes Datenmodell

- *Fließbilder*
  Die verfahrens- und prozesstechnische Konkretisierung der sicherheitsbezogenen Aufgabenstellungen erfolgt anhand von Fließbildern für Teil/Anlagen und Funktionsgruppen.
- *Sicherheitstechnisches Regelwerk*

  Bibliographische Verweise zum sicherheitstechnischen Regelwerk erschließen die für einen Lösungsansatz relevanten Normen, Regeln, Richtlinien etc..
- *Stoff-, Handhabungs- und Prozeßkennklassen*

  Anhand von Stoff-, Handhabungs- und Prozeßkennklassen erfolgt die Konkretisierung stofflicher, verfahrenstechnischer und prozesstechnischer Gefahrenmomente. Mit *Stoffklassen* lassen sich charakteristische Unterschiede bezüglich stofflich bedingter Gefahrenmomente (z.B. Flammpunkt, Brennbarkeit, Neigung zur Selbstzersetzung) beschreiben und deren spezifische Ausprägungen (z.B. hochentzündlich, selbstzersetzend, sehr giftig, explosionsfähig) angeben. Entsprechende Angaben ermöglichen Rückschlüsse zur Art resultierender Gefahren und ihrer potentiellen Einwirkungen (z.B. als toxisches Gas, Druckwelle). Mit dem Merkmal *Handhabungsklasse* kann man weitergehende Informationen zur spezifischen Ausprägung der Gefahr (Schwergaswolken bei Freisetzung druckverflüssigter Gase etc.) erfassen und physikalische Gefahrenmomente (z.B. Handhabung siedender Mehrphasengemische) konkretisieren. Reaktionstechnische Merkmale werden mit Hilfe von *Prozeßkennklassen* (z.B. adiabatische Temperaturerhöhung, Time to maximum Rate, Kritikalitätsklassen [11]) präzisiert.
- *Typisierte Anlagenstandorte*

  Durch typisierte Anlagenstandorte sollen bei der Charakterisierung einer sicherheitsbezogenen Aufgabenstellung örtliche Besonderheiten bezüglich der Einwirkung einer Gefahr oder örtlich bedingte externe Gefahrenmomente berücksichtigt werden.
- *Sicherheitshinweise*

  Mit Hilfe von Sicherheitshinweisen lassen sich weitergehende Konkretisierungen des beispielhaften Sicherheitskonzepts vornehmen. Die Sicherheitshinweise im Datenbanksystem sind in Anlehnung an die TRGS 300 entwickelt worden und werden bei Bedarf noch ergänzt.

Die datentechnische Verknüpfung ist in Abb. 3 dargestellt.

---

[11] Stoessel F, Chem, Eng. Prog. 10:89

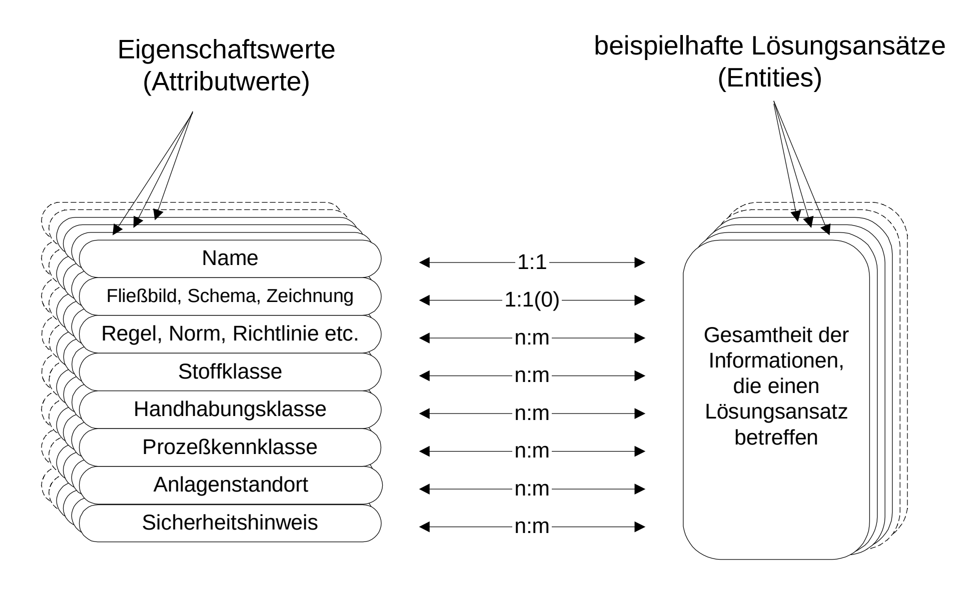


Abb. 3: Speichern beispielhafter Sicherheitskonzepte in relationalen Datenbanken

Anwendung der Datenbank

Die formale Datenerfassung und Datenabfrage ist im Teilbericht "informationstechnische Begleitung" eingehend beschrieben. Im Folgenden sollen die für die Sicherheitsaussagen wichtigen Eigenschaften und Anwendungsgrenzen des Datenbanksystems dargestellt werden. Mit Abb. 4 wird die Bedeutung des Dokumentationssystems, d.h. der beispielhaften Lösungsansätze als Endpunkte (Dateneingabe) oder Ausgangspunkte (Datenverwendung) iterativer Entscheidungsprozesse veranschaulicht. Wichtig ist, dass die Bewertung, ob die aufzunehmenden Lösungsansätze dem Stand der Sicherheitstechnik gerecht werden, nicht vom oder im Datenbanksystem geleistet werden, sondern im Vorfeld zu entscheiden ist. Auch die Entscheidung, ob und wenn ja welcher beispielhafte Lösungsansatz im Rahmen der fallweisen Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik geeignet ist, wird ausserhalb des Datenbanksystems getroffen.

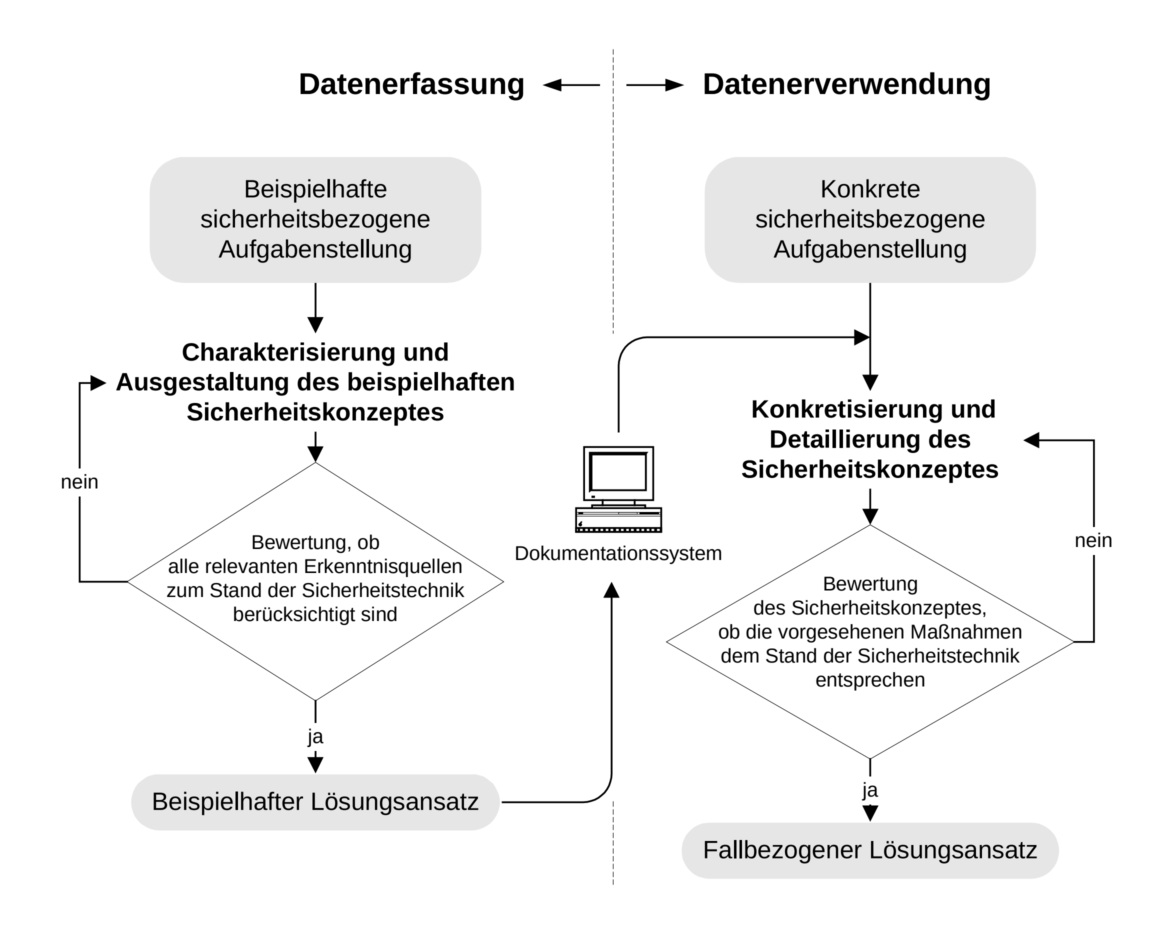


Abb. 4: Erfassung und Verwenden beispielhafter Sicherheitskonzepte

Es muss also bei der Definition und Erarbeitung beispielhafter Sicherheitskonzepte im Vorfeld der Dateneingabe der in [2] dargestellte Ermittlungsprozess zum Stand der Sicherheitstechnik durchlaufen werden. Es sei denn, es wird auf bestehende Sicherheitskonzepte (z. B. konkrete Anlagen) zurückgegriffen, wobei dann vorausgesetzt wird, dass die Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik erfolgreich abgeschlossen wurde. Zur Dateneingabe müssen die Sicherheitsinformationen auf die Datenstrukturen des Datenmodells übertragen werden. Bei der Übertragung der Informationen auf die Datenstrukturen ist zu berücksichtigen, dass es notwendig ist, die Entscheidungsprozesse, die im Rahmen der Dateneingabe wichtig waren, für den Datenbanknutzer weitgehend transparent und nachvollziehbar zu machen, damit dieser später auf der Grundlage beispielhaft dokumentierter Lösungsansätze sachgerechte Aussagen treffen kann.

Der Datenbanknutzer wird denjenigen Lösungsansatz aus dem Datenbanksystem auswählen, der hinsichtlich verfahrenstechnischer, stofflicher und sicherheitstechnischer Randbedingungen der konkreten Anlage möglichst nahe kommt. Da mit beispielhaften Lösungsansätzen weder alle Aspekte der Verfahrens- und betrieblichen Randbedingungen erfasst werden können noch erfasst werden sollen, müssen in der Regel weitere Erkenntnisquellen recherchiert und ggf. Untersuchungen durchgeführt werden.

Weitergehende Informationen zum Datenmodell zur Dateneingabe und der Arbeit mit dem Datenbanksystem finden sich in [5].

Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit
- Anlagensicherheit -
Forschungsbericht 204 04 903/01

Projekt
Weiterentwicklung des Dokumentationssystems
zum Stand der Sicherheitstechnik
Teilprojekt

Stückgutlager

von
Dr.-Ing. Klaus Haferkamp
TÜV Anlagentechnik GmbH, Köln
Unternehmensgruppe TÜV Rheinland / Berlin-Brandenburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Dezember 2000

Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik

Teilprojekt Stückgutlager

Forschungsbericht 204 04 903/01

Auftraggeber:	Umweltbundesamt, Bismarckplatz, 14193 Berlin
Aktenzeichen.	Z 2.2-36415-3/9
Auftrag vom:	27.01.1998
Ausführende Stelle:	TÜV Anlagentechnik, Köln Unternehmensgruppe TÜV Rheinland / Berlin-Brandenburg Geschäftsfeld Anlagensicherheit
TÜV-Auftrags-Nr:	915/800011
Bearbeiter:	Dr.-Ing. Klaus Haferkamp
Datum des Berichts:	12. Dezember 2000

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.

4. Titel des Berichts Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik Teilvorhaben: 1 Stückgutlager	
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) **Haferkamp, Dr.-Ing. Klaus**	**8. Abschlussdatum** **11. Dezember 2000** **9. Veröffentlichungsdatum** **12. Dezember 2000**
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) TÜV Anlagentechnik, Köln Unternehmensgruppe TÜV Rheinland / Berlin-Brandenburg Geschäftsfeld Anlagensicherheit Am Grauen Stein 51105 Köln	**10. UFOPLAN-Nr.** 297 48 903 / 01 **11. Seitenzahl** **43** **12. Literaturangaben** **10**
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 14193 Berlin	**13. Tabellen und Diagram me** **5** **14. Abbildungen** **3**
15. Zusätzliche Angaben Verbundforschungsvorhaben mit sechs Teilvorhaben	

16. Kurzfassung

Ziel des vorliegenden Teilvorhabens ist es, den Stand der Sicherheitstechnik für eine Anlage zum Lagern von Gefahrstoffen als Stückgut mit den in dem Dokumentationssystem DOSIS gegebenen Mitteln zu dokumentieren.

Die generelle Darstellung der Funktionen in einem Stückgutlager und die sicherheitsrelevanten Daten einer Beispielanlage wurden in einem vorausgehenden Forschungsvorhaben ermittelt. In diesem Vorhaben werden sie ergänzt und zur Darstellung in dem Dokumentationssystem aufbereitet.

Nach der Vorgabe durch die Datenbankstruktur werden die sicherheitsrelevanten Maßnahmen zugeordnet zu Vorschriften, Technischen Regeln und anderen in förmlichen Verfahren oder durch betroffene Organisationen ermittelten Dokumentationen zur Sicherheitstechnik und –organisation. Damit wird eine Möglichkeit der Aktualisierung der in dem Dokumentationssystem integrierten sicherheitsrelevanten Aussagen geschaffen.

Ein Ansatz zur Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik über die ober angeführten sicherheitsrelevanten Dokumentationen hinaus wird mit der Datenkategorie „Sicherheitshinweis“ in die Datenbank eingeführt.

Direkt nutzbar ist DOSIS für die dokumentierten Anlagen und in einem engen Rahmen für vergleichbare Anlagen.

Der Stand der Sicherheitstechnik kann in einer an der Darstellung von Anlagen orientierten Datenbank wie DOSIS nur beispielhaft erfaßt werden.
Daher muß der Zugang zu der Datenbank für einen Nutzer so gestaltet sein, daß

- die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik anhand der dokumentierten Beisplanlagen aufgezeigt wird oder
- Lösungsansätze für sicherheitstechnische Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit den Kriterien, denen sie genügen müssen dargestellt werden und damit eine analoge Übertragung auf die vorgegebene Aufgabenstellung möglich wird.

Das Datenbanksystem Dosis sollte in dieser Hinsicht weiterentwickelt werden.

17. Schlagwörter
Sicherheitstechnik, Störfallverordnung, Anlagensicherheit, Datenbank

18. Preis	**19.**	**20.**

Report Cover Sheet

<table>
<tr><td>1. Report-No
UBA-FB</td><td>2.</td><td>3.</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Report Title
Documentation System of Best Available Techniques for Loss Prevention
Project: 1 Cargo Warehouse - Storage of dangerous goods</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5. Author(s), Family Name(s)
Haferkamp, Dr.-Ing. Klaus</td><td>8. Report Date
11.December 2000</td></tr>
<tr><td>9. Publication Date
12. December 2000</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">6. Performing Organisation (Name, Address)
TÜV Anlagentechnik, Köln
Unternehmensgruppe TÜV Rheinland / Berlin-Brandenburg
Geschäftsfeld Anlagensicherheit
Am Grauen Stein 51105 Köln</td><td>10. UFOPLAN-Ref. No.
297 48 903 / 01</td></tr>
<tr><td>11. No. of Pages
43</td></tr>
<tr><td>12. No. of References
10</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">7. Sponsoring Agency (Name, Address)

Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency)

Bismarckplatz 1
14193 Berlin</td><td>13. No. of Tables, Diagrams
5</td></tr>
<tr><td>14. No. of Figures
3</td></tr>
<tr><td colspan="2">15. Supplementary Notes
Combined research and development project (six projects)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">16. Abstract
It is the objective of this part of the research project to document the state of the art of safety technology for a cargo warehouse for dangerous goods with the means provided by the documentation system DOSIS.

A general presentation of the processes in a cargo warehouse and the safety relevant data of an exemplary facility have been done in a previous research project. In this project the data are compleded and prepared to introduce them into the documentation system.

As specified by the structure of the documentation system the safety related measures are assigned to statutory and technical regulations and other kinds of documentation of plant safety being accepted by a formal process or edited by an organisation concerned. The aim is to have an access to update DOSIS according to changing safety regulations.

A first attempt to complete the documentation of the state of safety technology in acccordance with the definition of the german hazardous incidents ordinance has been done with the introduction of a data category “safety notes”.

The direct use of DOSIS is given for the facilities documented and with limited validity for eqivalent facilities.

The state of plant safety can be met in a documentation system like DOSIS, oriented on the presentation of facilities only in an exemplary manner.

To make DOSIS more effective the access for a user must be organised in a manner that

• The way to find out the actual state of safety technology for a facility under consideration, must be shown in a more general manner to show how to use the informations given by the example facilities documented and

• Approaches to safety problems as documented according to the example facilities must be shown in the context of safety considerations to allow the transfer to an actual problem.

To improve the applicability of DOSIS it should be developed including the items mentioned.</td></tr>
<tr><td colspan="3">17. Keywords
Safety engineering, Hazardous Incident Ordinance, plant safety, Best Available Techniques,
Loss Prevention, Databank</td></tr>
<tr><td>18. Price</td><td>19.</td><td>20.</td></tr>
</table>

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

Im vorliegenden FE-Vorhaben wird in Fortführung einer Reihe von vorausgehenden Forschungsvorhaben zur Dokumentation des Standes der Sicherheitstechnik der Versuch vorgenommen, die sicherheitsrelevanten Maßnahmen, die in einem Stückgutlager für Gefahrstoffe zu treffen sind, anhand eines bestehenden Lagers in eine Access-Datenbank mit vorgegebener Grundstruktur zu integrieren. Dieses Dokumentationssystem DOSIS ist in dem allgemeinen Teil des Berichtes dargestellt. Die sicherheitsrelevanten Daten zu dem dargestellten Gefahrgut-Stückgut-Lager wurden im Rahmen eines vorausgehenden FE-Vorhabens /2/ erhoben und dort mit Hilfe einer in /1/ formulierten Gefahrenquellen-Struktur für das Lager dargestellt.
In der für das vorliegende Vorhaben vorgegeben Grundstruktur der Datenbank wird als Vorgabe für die generelle Darstellung von Anlagen zum Umgang mit gefährlichen Stoffen eine Gliederung in 3 Stufen – Anlagen / Teilanlagen, Funktionseinheiten und Anlagenelemente – gewählt. Die Anlagen und Funktionsgruppen werden mit Fließbildern dargestellt. Die Sicherheitsaussagen werden aus Basisdaten / Vorschriften / Technischen Regeln und sonstigen Dokumentationen mit Aussagen zu sicherheitstechnischen Maßnahmen wie Normen, Verbandsempfehlungen, Richtlinien der Berufsgenossenschaften, Sachversicherer usw. ausgewählt und sortiert nach diesen Kategorien der Anlage, der Funktionsgruppe bzw. dem Anlagenelement zugeordnet.
Der in /1/ und /2/ vorgeschlagene Weg einer systematischen Darstellung von sicherheitstechnischen Maßnahmen, bzw. diesen zugrunde liegenden Anforderungen, mit direktem Bezug zu möglichen stofflichen Gefährdungen z.B. im Sinne der Störfallverordnung (oder der Gefahrstoffverordnung) wird in diesem FE-Vorhaben nicht weiter verfolgt.
Während der Bearbeitung des FE-Vorhabens wurde im Rahmen der Datenkatergorie „Basisdaten“ die Datenart „Sicherheitshinweis“ zusätzlich eingeführt. Im Rahmen dieser Kategorie wurde ein Satz von Sicherheitsgrundsätzen in die Datenbank eingeführt in Anlehnung an /1/ und /5/, siehe Anhang 2. Sicherheitshinweise werden in dem vorliegenden FE-Vorhaben dann verwendet, wenn die erforderlichen sicherheitstechnischen Maßnahmen aus den anderen Datenkategorien nicht ableitbar sind.
Im Falle des Stückgutlagers für Gefahrstoffe ist eine Darstellung in Fließbildern, wie bei verfahrenstechnischen Anlagen üblich, nur für sehr begrenzte Bereiche wie Dosierung und Formulierung möglich, die jedoch auch Funktionsgruppen von verfahrenstechnischen Anlagen sein können. Daher mußten, wie nachfolgend gezeigt, besondere Formen der Darstellung gefunden werden.

2. Darstellung der Forschungsergebnisse

2.1 Darstellung des Stückgutlagers für Gefahrstoffe

2.1.1 Grafische Darstellung des Lagers

Das Stückgutlager wurde, wie in /2/ ausführlich dargestellt, in Funktionseinheiten gegliedert, die durch die mit dem Durchlauf des Stückgutes durch das Lager verbundenen Arbeitsschritte miteinander verknüpft sind. Zur optischen Darstellung des Funktionszusammenhanges wurde ein Blockfließbild gewählt, siehe Anlage 5, Bild 5-1. Gleichartige Arbeitsschritte finden mit den Elementen derselben Funktionseinheit statt, so daß die Funktionseinheiten in dem Fließbild identifiziert werden können.

Die räumliche Zuordnung der Funktionseinheiten und damit auch eine anschauliche Darstellung der Orte der Arbeitsschritte wird im Grundriß des beispielhaft eingeschossig dargestellten Lagers sichtbar gemacht, siehe Bild 5-2.

Als grafische Darstellung zur Visualisierung der Kommissionierung des Stückgutes und der Zuweisung von Stückgut mit bestimmten Gefahrenmerkmalen zu Lagerabschnitten wird die Entscheidungslogik gemäß dem VCI - Lagerkonzept /9/ gewählt und auf das Lager angewendet, siehe Bild 5-3.

2.1.2 Darstellung der Sicherheitstechnik für das Lager

Die für das Gefahrstofflager erforderlichen sicherheitstechnischen Maßnahmen wurden der Gefahrenanalyse in /2/ entnommen, aktualisiert und insbesondere aufgrund der Analyse von 25 Lageranlagen in /8/ ergänzt.

In Tabelle 5-1 sind die Funktionseinheiten aufgelistet, in die das Lager gegliedert wurde. In der angegebenen Form können sie in der Datenbank identifiziert werden. Über die Systematik aus /2/ hinaus wurde insbesondere das Lagergebäude als zusätzliche Funktionseinheit bestimmt. Dieser Funktionseinheit werden alle für das Lager als Gesamtheit geltenden materiellen sicherheitstechnischen Anforderungen zugeordnet. Dies entspricht bei verfahrenstechnischen Anlagen den im Rahmen der Gefahrenanalyse für Teilanlagen / Funktionseinheiten ermittelten und für die Gesamtanlage geltenden Maßnahmen, die zweckmäßig zusammenfassend den für die Funktionseinheiten speziell erforderlichen sicherheitstechnischen Maßnahmen vorangestellt werden sollten.

Für die weiteren Funktionseinheiten speziell geltende Anforderungen werden diesen in Form der sie enthaltenden Vorschriften, Technischen Regeln und Normen zugeordnet.

Anhand des gewählten Lagers als Beispiel kann nur die grundsätzliche Zuordnung von Anforderungen zu Funktionseinheiten und Anlagenelementen für Gefahrstoffläger gezeigt werden.

Daher werden gesondert aus der Liste der Sicherheitshinweise alle für die Lagerung von Gefahrgut als Stückgut relevanten Sicherheitsgrundsätze der Anlage zugeordnet und aufgelistet. Diese Liste dient dazu, für eine beliebige Lageranlage zu prüfen, ob alle relevanten Sicherheitsgrundsätze berücksichtigt und die erforderlichen Maßnahmen getroffen wurden. Beispielhaft wird dies in Anhang 5 für die Funktionsgruppe „Alarm- und Gefahrenabwehrplan“ ausgeführt.

2.2 Erkenntnisse aus dem Umgang mit der Datenbankstruktur DOSIS

2.2.1 Einführung der Datenkategorie „Sicherheitshinweis“

Die Kategorie „Sicherheitshinweis“ wurde als Ergebnis der Diskussion der Bearbeiter des Verbund-Forschungsvorhabens in die Datenbank DOSIS aufgenommen. Als Vorgabe wurde unter dieser Datenkategorie eine Liste von Sicherheitsgrundsätzen und –anforderungen aufgenommen, die auf der Basis von /1/ entwickelt und u.a. aufgrund der TRGS 300 „Sicherheitstechnik“ im Geltungsbereich der Gefahrstoffverordnung bei Anlagen zum Umgang mit Gefahrstoffen zur Ermittlung der installierten technischen und organisatorischen sicherheitsrelevanten Maßnahmen eingesetzt wird.

Diese Grundsätze sind aus dem Begriff des Störfalles abgeleitet und orientieren sich an den 3 Barrieren:

1. Sichere Umschließung des gefährlichen Stoffes
2. Sichere Begrenzung der Auswirkungen von Freisetzungen
3. Sicherung der Anlage gegen Einwirkungen aus der Umgebung

Sie sind in Anhang 2 in den Tabellen 6-1 bis 6-3 dargestellt.

In dem vorliegenden Verbund-FE-Vorhaben werden Sicherheitshinweise dann verwendet, wenn die erforderlichen sicherheitsrelevanten Maßnahmen aus den anderen Datenkategorien nicht ableitbar sind sowie wenn Anforderungen aus Wechselwirkungen von verschiedenen Funktionseinheiten formuliert werden müssen. Daraus folgt, daß in den verschiedenen Teilvorhaben diese Hinweise je nach Zweckmäßigkeit definiert werden. So wird der Kontext, in dem die in den Tabellen 6-1 bis 6-3 aufgeführten Sicherheitsgrundsätze und –anforderungen entwickelt wurden, im vorliegenden FE-Vorhaben

nicht ausgenutzt und ist nicht erkennbar. Einen Hinweis auf die Möglichkeiten einer systematischen Anwendung zeigt Anhang 5.2.

2.2.2 Darstellung von Anlagen in DOSIS

In dem vorliegenden Dokumentationssystem liegt der Schwerpunkt der Darstellung der Anlagen auf der Visualisierung mit Hilfe von Fließbildern, die sich an den Darstellungen gemäß DIN 28004 „Fließbilder für verfahrenstechnische Anlagen“ orientieren. Diesen Darstellungen sollen die dokumentierten sicherheitsrelevanten Anforderungen und Maßnahmen nach ihrem Herkunftsdokument als Vorschrift, Technischer Regel, Verbandsempfehlung zugeordnet werden. Eine direkte Benennung der Gefährdung, die von einer technischen Einheit ausgeht, und eine systematische Darstellung sowie Zuordnung der Maßnahmen zu diesen Gefahren ist nicht Gegenstand des Vorhabens.

Diese Vorgaben führen in einigen Teilvorhaben dazu, daß die darzustellenden Anlagen in Anlehnung an die Praxis in verschiedenen Variationen dargestellt werden, so daß der Anschein einer vollständigen Erfassung der möglichen sicherheitsrelevanten Maßnahmen erweckt wird.

Da Gruppen von organisatorischen Maßnahmen in der vorgegebenen Struktur zunächst nur schwer darstellbar sind, siehe auch Lageranlagen, wurden die zunächst für technische Komponenten vorgesehenen Begriffe „Funktionseinheit“ und „Anlagenelement“ in dieser Richtung erweitert verwendet.

2.2.3 Kriterien zur Festlegung des Standes der Sicherheitstechnik und Umsetzung in DOSIS

Als Ansatz zur Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik wurde in DOSIS der Bezug auf die in förmlichen Verfahren oder durch öffentliche Organisationen ermittelten Vorschriften und Dokumentationen gewählt, um auf Änderungen dieser Vorschriften einfach reagieren zu können und so die Datenbank dem sich entwickelnden Stand der Sicherheitstechnik anzupassen.

Daher sind in der vorliegenden Struktur der Datenbank sicherheitsrelevante Anforderungen und Maßnahmen nur darstellbar, soweit sie in Technischen Regeln oder in einer anderen veröffentlichten Dokumentation erfaßt sind. In begrenztem Maß erweitert wird dies durch die Einführung der Datenkategorie „Sicherheitshinweise“. Nicht explizit darstellbar sind z.B. sicherheitsrelevante Maßnahmen, die in werksinternen Vorschriften dargestellt und aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht werden

Die vorliegenden Technischen Regeln sind überwiegend nicht systematisch in Grundsätze, Anforderungen und Maßnahmen gegliedert und enthalten daher sicherheitsrelevante Aussagen mit unterschiedlichem Konkretisierungsgrad. Oft enthalten sie beispielhafte Maßnahmen, die auf die betrachtete sicherheitsrelevante Aufgabe nur analog, nicht aber direkt anwendbar sind.

Nur mit großem Aufwand zu erfassen sind auf diese Weise auch substanzielle Änderungen dieser sicherheitsrelevanten Dokumente. Die deutschen Vorschriften umfassen bisher Beschaffenheit und Organisation des zu regelnden Bereiches. Aufgrund der von der EG herausgegebenen Richtlinien zur Beschaffenheit von Komponenten, Maschinen und sonstigen Einrichtungen werden in Deutschland zunehmend getrennte Vorschriften für die Beschaffenheit von Einrichtungen (direkte Umsetzung von EG-Richtlinien) und für organisatorische Anforderungen herausgegeben.

Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß die direkt in deutsches Recht umgesetzten EG-Beschaffenheits-Richtlinien, z.B. die Maschinenverordnung (9. GSGV), die Explosionsschutzverordnung (11.GSGV), sowie die noch nicht umgesetzte Druckgeräterichtlinie (97/23/EG), als Nachweis der sicherheitsrelevanten Eignung der betrachteten Einheiten Gefahrenanalysen fordern. Dies bedeutet eine Benennung der mit dem Einsatz der jeweils zu betrachtenden Einrichtung verbundenen Gefährdungen und die Bewertung, daß die Einrichtung aufgrund der getroffenen Maßnahmen und der in der Betriebsanweisung festgelegten Handhabung sicher ist. Diese im Rahmen der EG zunehmend verwendete Art der sicherheitsrelevanten Bewertung ist bisher in DOSIS nicht vorgesehen.

2.2.4 Zielgruppen der Datenbank und Nutzen für künftige Datenbankbenutzer

Die Zielsetzung von DOSIS ist die Unterstützung bei der Lösung sicherheitsrelevanter Fragestellungen oder eine Anleitung zur sicherheitsrelevanten Konzeption von Anlagen zum Umgang mit gefährlichen Stoffen.

In der vorliegenden Form bietet DOSIS Komplettlösungen für eine begrenzte Zahl von Anlagentypen an. Der Benutzer bewertet, ob er diese Lösungen übernimmt oder ob die ihm vorliegende Lösung einer sicherheitsrelevanten Aufgabenstellung der in DOSIS dokumentierten Lösung gleichwertig ist. Hierzu sollte die Datenbank um eine entsprechende Hinführung zu den sicherheitsrelevanten Fragen, denen die angebotenen Problemlösungen zugeordnet werden können, ergänzt werden.

DOSIS dokumentiert in Beispielen die Anwendung der zur Zeit geltenden Vorschriften und von in irgend einer Form kodifizierten Dokumentationen zum Stand der Sicherheitstechnik. Die Datenbank in der vorliegenden Form ist keine Referenz zum Stand der Sicherheitstechnik im Sinne der Störfallverordnung, wie er z.B. in /10/ dargestellt ist.

Zielgruppen einer Datenbank wie DOSIS sind die an der Bewertung der Anlagensicherheit im Rahmen von

- Genehmigungsverfahren
- Begutachtungen von Anlagen und
- Erstellung und Bewertung von Sicherheitsberichten

Beteiligten wie Vertreter der Genehmigungsbehörden, der Staatlichen Ämter für Arbeitsschutz und Umweltschutz, Sachverständige für Arbeitsschutz und Anlagensicherheit, Anlagenbauer und –betreiber.

Im Bereich chemischer Produktionsanlagen ist für eine Beurteilung der Sicherheit der Anlage eine umfassende Grundkenntnis des Stoffverhaltens und des Verhaltens und der Zuverlässigkeitskenngrößen der jeweils eingesetzten Komponenten erforderlich. Es wird nicht möglich sein, daß z.B. Personen mit wechselnden Arbeitsgebieten, auch wenn sie sicherheitsrelevante Grundkenntnisse besitzen, aufgrund einer wie vorgegeben strukturierten Datenbank eine Anlage zutreffend bewerten können.

Für eine praktische Anwendung in diesen Aufgabenfeldern sind die in dem vorliegenden Rahmen dokumentierten Sicherheitsaussagen von direktem Nutzen nur für die dokumentierten Anlagen und in sehr engem Rahmen für vergleichbare Anlagen.

Das Beispielhafte einer an Anlagen orientierten Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik und die Dokumentation in einer Form, die

- grundsätzliche Vorgehensweise bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik für eine zu bewertende Anlage aufzeigt oder

- Lösungsansätze für sicherheitsrelevante Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit den Kriterien, denen sie genügen und die damit eine analoge Übertragung ermöglichen

kann mit DOSIS in der gegenwärtigen Form noch nicht veranschaulicht werden.

Zu der erforderlichen Weiterentwicklung der Datenbank sollten die Erkenntnisse aus /1/ und /3/ nochmals überdacht und ausgewertet werden.

3 Zusammenfassung

Im vorliegenden FE-Vorhaben werden die sicherheitstechnischen Maßnahmen, die in einem Gefahrgut-Stückgutlager zu treffen sind, anhand eines ausgeführten Lagers in der Datenbank DOSIS eingeführt. Die sicherheitstechnischen Daten zu dem dargestellten Gefahrgut-Stückgut-Lager wurden im Rahmen eines vorausgehenden FE-Vorhabens /2/ erhoben.

Die Darstellung von Anlagen zum Umgang mit gefährlichen Stoffen erfolgt hierarchisch in 3 Stufen – Anlagen / Teilanlagen, Funktionseinheiten, Anlagenelemente – gewählt. Die Anlagen und Funktionsgruppen werden in Form von Fließbildern dargestellt. Die Sicherheitsaussagen werden aus Basisdaten / Vorschriften / Technische Regeln und sonstige Dokumentationen mit Aussagen zu sicherheitstechnischen Maßnahmen wie Normen, Verbandsempfehlungen, Richtlinien der Berufsgenossenschaften, Sachversicherer usw. ausgewählt und, sortiert nach diesen Kategorien der Anlage, der Funktionsgruppe bzw. dem Anlagenelement zugeordnet.

Zusätzlich wurde die Datenkategorie „Sicherheitshinweis“ eingeführt. Der vollständige Satz der in Anlehnung an /1/ und /5/ definierten Sicherheitsgrundsätze zu dieser Datenkategorie ist im Bericht dokumentiert. Sicherheitshinweise werden in dem vorliegenden FE-Vorhaben verwendet, wenn die erforderlichen sicherheitstechnischen Maßnahmen aus den anderen Datenkategorien nicht ableitbar sind.

Zur optischen Darstellung des Zusammenwirkens der Funktionseinheiten wurde ein Blockfließbild für den Durchlauf des Stückgutes durch das Lager gewählt. Die räumliche Zuordnung der Funktionseinheiten wird im Grundriß des Lagers sichtbar gemacht. Als grafische Darstellung zur Visualisierung der Kommissionierung des Stückgutes und der Zuweisung von Stückgut mit bestimmten Gefahrenmerkmalen zu Lagerabschnitten wird die Entscheidungslogik gemäß dem VCI - Lagerkonzept auf das Lager angewendet.

Das Lager wird in 12 materielle Funktionseinheiten gegliedert. Der Funktionseinheit Lagergebäude werden alle für das Lager als Gesamtheit geltenden materiellen sicherheitstechnischen Anforderungen zugeordnet. Für die weiteren definierten Funktionseinheiten speziell geltende Anforderungen werden diesen in Form der sie enthaltenden Vorschriften, Technischen Regeln und Normen zugeordnet.

Die für die Lagerung von Gefahrgut als Stückgut relevanten Sicherheitsgrundsätze werden der Anlage zugeordnet. Für die organisatorische Funktionsgruppe „Alarm- und Gefahrenabwehrplan“ wird dies im Bericht beispielhaft ausgeführt.

In dem vorliegenden Dokumentationssystem liegt der Schwerpunkt der Darstellung der Anlagen auf Fließbildern. Diesen Darstellungen werden die dokumentierten sicherheitstechnischen Anforderungen und Maßnahmen nach ihrem Herkunftsdokument als Vorschrift, Technischer Regel, Verbandsempfehlung zugeordnet. Eine direkte Benennung der Gefährdung, die von einer technischen Einheit ausgeht, und eine systematische Darstellung und Zuordnung der Maßnahmen zu diesen Gefahren ist in diesem Vorhaben nicht vorgesehen.

Die Begriffe Funktionseinheit und Anlagenelement werden im Rahmen des FE-Vorhabens auf organisatorische Anforderungen und Maßnahmen erweitert.

Als Ansatz zur Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik wird in DOSIS der Bezug auf die in förmlichen Verfahren oder durch öffentliche Organisationen ermittelten Vorschriften und Dokumentationen gewählt mit dem Ziel, die Datenbank einfach dem sich entwickelnden Stand der Sicherheitstechnik anpassen zu können.

Daraus folgt eine begrenzte Darstellbarkeit des Standes der Sicherheitstechnik im Sinne der StörfallV. Sie wurde zum Teil erweitert durch die Einführung der Datenkategorie „Sicherheitshinweise“.

Die vorliegenden Technischen Regeln enthalten sicherheitstechnische Aussagen mit unterschiedlichem Konkretisierungsgrad bzw. beispielhafte Maßnahmen, die auf die betrachtete sicherheitstechnische Aufgabe nicht direkt anwendbar sind.

Weiterhin werden bei einer derartigen Fortschreibung substanzielle Änderungen der deutschen Vorschriften aufgrund der von der EG herausgegebenen Richtlinien zur Beschaffenheit von Komponenten, Maschinen und sonstigen Einrichtungen nicht erfaßt.

Die direkt in deutsches Recht umgesetzten EG-Beschaffenheits-Richtlinien, z.B. die Maschinenverordnung (9. GSGV), die Explosionsschutzverordnung (11.GSGV), sowie die noch nicht umgesetzte Druckgeräterichtlinie (97/23/EG), fordern als Nachweis der sicherheitstechnischen Eignung der betrachteten Einheiten Gefahrenanalysen. Diese im Rahmen der EG zunehmend verwendete Art der sicherheitstechnischen Bewertung ist bisher in DOSIS nicht vorgesehen.

Die Zielsetzung von DOSIS, die Unterstützung bei der Lösung sicherheitstechnischer Fragestellungen, wird in der vorliegenden Form durch die Darstellung von Komplett-

lösungen für eine begrenzte Zahl von Anlagen angestrebt. Der Benutzer muß bewerten, ob er diese Lösungen übernimmt oder ob die ihm vorliegende Lösung der in DOSIS dokumentierten Lösung gleichwertig ist. Eine Hinführung zu den sicherheitstechnischen Fragestellungen ist noch nicht in DOSIS enthalten.

Die Datenbank in der vorliegenden Form ist keine Referenz zum Stand der Sicherheitstechnik im Sinne der Störfallverordnung.

Zielgruppen der Datenbank sind Vertreter der Genehmigungsbehörden, der Staatlichen Ämter für Arbeitsschutz und Umweltschutz, Sachverständige für Arbeitsschutz und Anlagensicherheit, Anlagenbauer und –betreiber.

Direkt nutzbar ist DOSIS für die dokumentierten und in einem engen Rahmen für vergleichbare Anlagen.

Der Stand der Sicherheitstechnik kann in einer an der Darstellung von Anlagen orientierten Datenbank wie DOSIS nur beispielhaft erfaßt werden. Daher muß der Zugang zu der Datenbank für einen Nutzer so gestaltet sein, daß

- die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik für eine zu bewertende Anlage anhand der dokumentierten Beisplanlagen aufgezeigt wird oder

- Lösungsansätze für sicherheitstechnische Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit den Kriterien, denen sie genügen müssen dargestellt werden und damit eine analoge Übertragung auf die vorgegebene Aufgabenstellung möglich wird.

Zu der erforderlichen Weiterentwicklung der Datenbank sollten die Erkenntnisse aus /1/ und /3/ ausgewertet und in die Überlegungen einbezogen werden.

4 Schrifttum

/1/ K. Haferkamp; M. Hein; E. Rudolph; P. Wietfeld:
Ermittlung des aktuellen Standes der Sicherheitstechnik und der Lücken im Bereich der Sicherheitsvorschriften für Anlagen, die der StörfallV unterliegen, Band 1 bis 3
UFOPLAN Nr. 10409212, 01.01.1987

/2/ VdTÜV-Forschungsbericht Nr. 315:
Aufstellung eines Leitfadens zur Erstellung und Prüfung von Sicherheitsanalysen nach § 7 Störfall-Verordnung
VdTÜV-Büro Bonn, 19.12.1990

/3/ K. Haferkamp, M. Meier:
Sicherheitstechnische Anforderungsprofile für Funktionseinheiten sicherheitstechnische bedeutsamer Industrieanlagen – Teil 1 Vielstoff-Gefahrstofflager
UFOPLAN Nr. 10409408/03

/4/ Franzen, H.:
Sicherheitstechnische Anforderungsprofile für Funktionseinheiten sicherheitstechnisch bedeutsamer Industrieanlagen – Teilprojekt „Informationstechnische Begleitung“
UFAPLAN Nr. 10409408/06, Dezember 1992

/5/ TRGS 300: Sicherheitstechnik
Technische Regeln für Gefahrstoffe, Ausgabe Januar 1994,BArbBl. 1/1994, S. 39,zuletzt geändert am 15. April 1995, BArbBl. 5/1995, S. 39

/6/ J. Steinbach, O. Antelmann, M. Lambert
Methoden zur Bewertung des Gefahrenpotentials von verfahrenstechnischen Anlagen und Verfahren
Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung – Fb 820, Dortmund / Berlin 1998

/7/ K. Haferkamp, P. Jäger:
Analyse von Gefahrenquellen im Betrieb
Eine Checkliste zur systematischen Überprüfung von Lager- und Produktionsanlagen mit hohem Gefahrenpotential
TÜ, 34 (1993), H. 1 S. 8-14

/8/ A. Paersch, M. Luther
Chemikalienlagerung
Verlag Springer, Berlin, 1999

/9/ Konzept für die Zusammenlagerung von Chemikalien
Verband der Chemischen Industrie e. V.
Stand Juli 1998

/10/ U. Neuser
Zusammenstellung der rechtlichen Grundlagen für die Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik
rechtsgutachten für den SFK-Arbeitskreis „Schritte zur Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik“
Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, 2000

5 Anhang

5.1 Überblick über die in die Datenbank eingefügte Anlage zum Lagern von Gefahrstoffen als Stückgut.

Anlagenklasse	Lager-, Umschlags- und Konditionierungsanlagen
Unterklasse	Stückgutlager
Anlagenart	Vielstofflager
Anlagenvariante	Lagerung in Gebäuden
Variantenspezifikation	Regallagerung
Spezifikationskommentar	VDI-RL 3564: Lagerung in Regalen, mit Oberkante oberster Träger (< 7 m)

5.2 Überblick über die Funktionsgruppen der Lageranlage

Zuordnung Lager	**Lfd Nr.**	**Bezeichnung**
11	755	Bauwerke und Gebäude; Lagergebäude; Lagergebäude für Stückgut; Vielstoff-Lagergebäude; **Lagergebäude für Stückgut in Lagerabschnitten - Regallagerung bis 7m**
21	565	Fördern / Umschlagen / Zuteilen; Fördern Transport Transport von Stückgut **Transport auf / in Transportmitteln auf Straßen (gemäß STVO)** Arbeitsschritt: Empfang / Abfertigung / Bereitstellung / Reinigung von Gefahrgutfahrzeugen außerhalb des Lagergebäudes
22	579	Fördern / Umschlagen / Zuteilen Umschlagen Umschlagen von Stückgut Beladen / Entladen von Transportmitteln **Beladen / Entladen von Transportmitteln im Versandbereich** Arbeitsschritt: Anlieferung und Entladen; Arbeitsschritt: Beladen und Auslieferung
0031	585	Fördern / Umschlagen / Zuteilen Umschlagen

Zuordnung Lager	Lfd Nr.	Bezeichnung
		Umschlagen von Stückgut Auflösung und Bildung von Transport- und Lagerungseinheiten **Auflösung und Bildung von Transport- und Lagerungseinheiten im Kommissionierbereich** Arbeitsschritt: Umladung Stückguteingang; Arbeitsschritt: Umladung Stückgutausgang
0032	569	Fördern / Umschlagen / Zuteilen Fördern Transport Transport von Stückgut **Transport auf / in Transportmitteln in Lagerbereichen** Arbeitsschritte: Transport von der Umladung (Stückguteingang) zum Lagerabschnitt; Transporte im Lagergebäude Transport vom Lagerabschnitt zur Umladung (Stückgutausgang)
0041	588	Lagern Lagerabschnitt in Gebäuden Lagerung von Stückgut Regallagerung **Lagerung brennbarer Stoffe, Flammpunkt < 100 °C** Arbeitsschritte: Einstellen, Lagern, Entnehmen von Stückgut aus den Regalen des Lagerabschnittes
0042	591	Lagern Lagerabschnitt in Gebäuden Lagerung von Stückgut Regallagerung **Lagerung giftiger und sehr giftiger Stoffe** Arbeitsschritt: Einstellen, Lagern, Entnehmen von Stückgut aus den Regalen des Lagerabschnittes
0043	593	Lagern Lagerabschnitt in Gebäuden Lagerung von Stückgut Regallagerung **Lagerung brandfördernder, oxidierender Stoffe** Arbeitsschritt: Einstellen, Lagern, Entnehmen von Stückgut aus den Regalen

Zuordnung Lager	Lfd Nr.	Bezeichnung
		des Lagerabschnittes
0044	596	Lagern Lagerabschnitt in Gebäuden Lagerung von Stückgut Regallagerung **Lagerung besonders wassergefährdender Stoffe (z.B. Chlorkohlenwasserstoffe)** Arbeitsschritt: Einstellen, Lagern, Entnehmen von Stückgut aus den Regalen des Lagerabschnittes
0045	599	Lagern Lagerabschnitt in Gebäuden Lagerung von Stückgut Regallagerung **Lagerung ätzender Stoffe** Arbeitsschritt: Einstellen, Lagern, Entnehmen von Stückgut aus den Regalen des Lagerabschnittes
0051	759	Fördern / Umschlagen / Zuteilen Zuteilen / Dosieren Umfüllraum **Umfüllen von Gebinden** Arbeitsschritt: Umfüllen von großen Gebinden in kleine Gebinde
0061	762	Fördern / Umschlagen / Zuteilen Zuteilen / Dosieren Formulieren **Raum für Formulieren in Lageranlagen** Mischen von Wirkstoffen mit Zusatzstoffen und Abfüllen in Gebinde Arbeitsschritt: Herstellung von formulierten Packstücken / Gebinden in der Lageranlage
0073	833	Gefahrenabwehrplan **Alarm- und Gefahrenabwehrplan**

5.3 Funktionsgruppe 73 : Alarm- und Gefahrenabwehrplan

Zur Erstellung des Alarm- und Gefahrenabwehrplanes für das Gefahrstofflager müssen die nachfolgenden Sicherheitsgrundsätze und –anforderungen aus der vorgegebenen Liste der Sicherheitshinweise beachtet werden.

Sicherheitsgrundsatz Nr.	Sicherheitsgrundsatz	Sicherheitsanforderung
Sichere Begrenzung der Auswirkungen von Freisetzungen		
13	Sicherung der Zugänglichkeit von Schadensorten zur Störfallbekämpfung	
		Ausreichende Bereitstellung von geeignetem Gerät
		Ausreichende Zugänglichkeit der sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteile
14	Sicherstellung der Bekämpfung von Störfällen durch die Beschäftigten	
		Absperren gefährlicher Bereiche
		Ausreichende Gesundheitsvorsorge für die Beschäftigten
		Ausreichende Vorbereitung der Beschäftigten und Organisation der Störfallbekämpfung
		Betriebsanweisungen unter Berücksichtigung möglicher Störungen
		erste Hilfe und ärztliche Versorgung
		geeignete persönliche Schutzausrüstung
14	(Fortsetzung)	geeignete Rettungs- und Hilfsgeräte
		Überwachung von Gefahrstoffkonzentrationen
Sicherung der Anlage gegen Einwirkungen aus der Umgebung		
19	Sicherung der Störfallbekämpfung gegen Einwirkungen außerhalb des Werksgeländes	
		Bereithaltung ausreichender Hilfsmittel zur Störfallbekämpfung
		Bereitstellung von Spezialgerät
		Sicherung der Zufahrtswege
		Vorhalten eines Einsatzplanes für externe Hilfskräfte
20	Sicherung der Störfallbekämpfung durch externe Hilfskräfte	
		Gewährleistung der Unterstützung durch externe Organisationen
		Schulung externer Hilfskräfte für das Verhalten in der Anlage

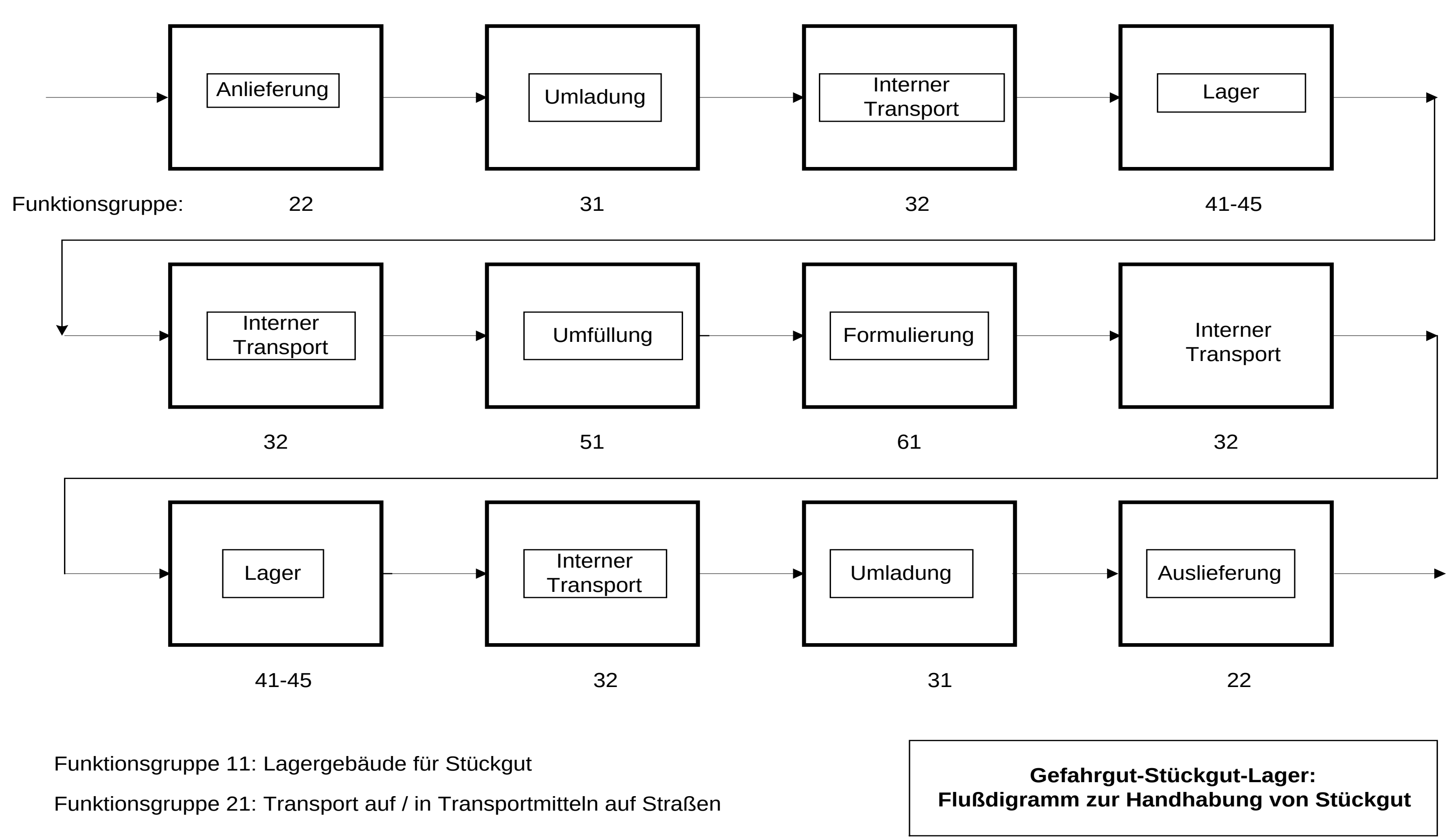


Bild 5-1: Flußdiagramm der Handhabung von Stückgut in einem Gefahrstofflager für Stückgut

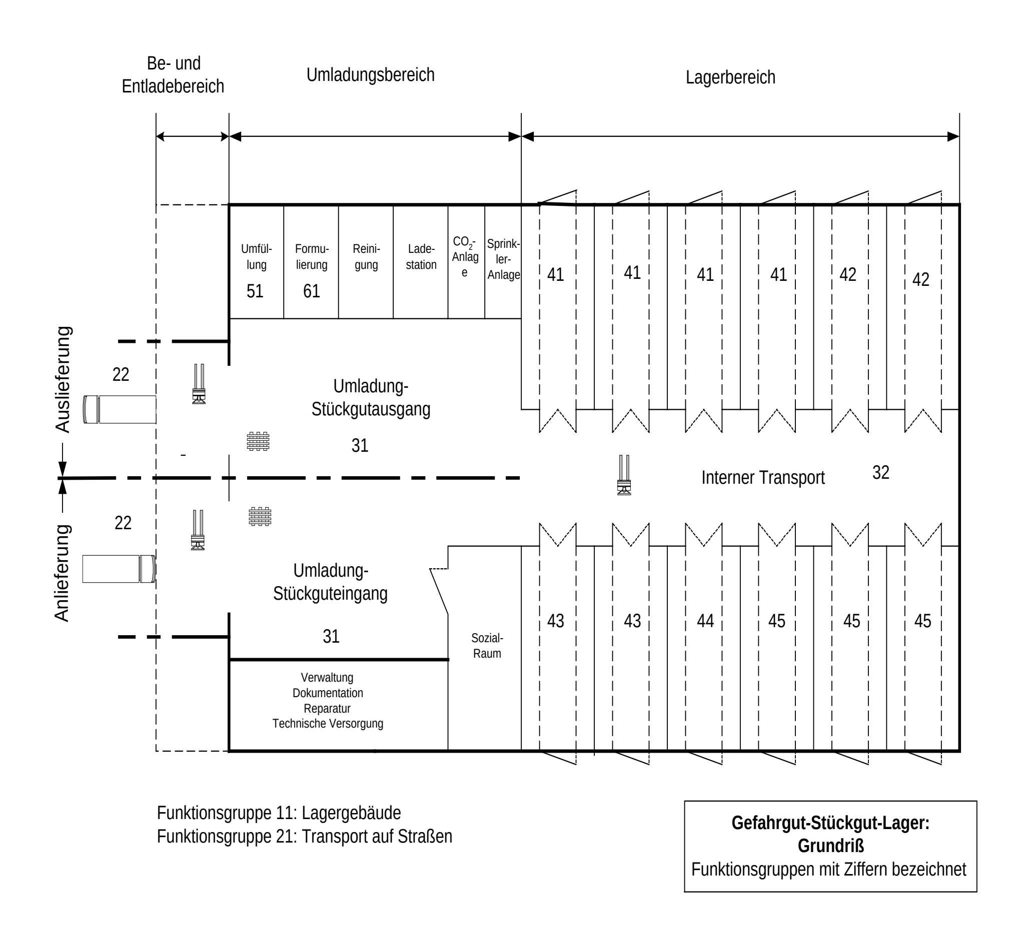
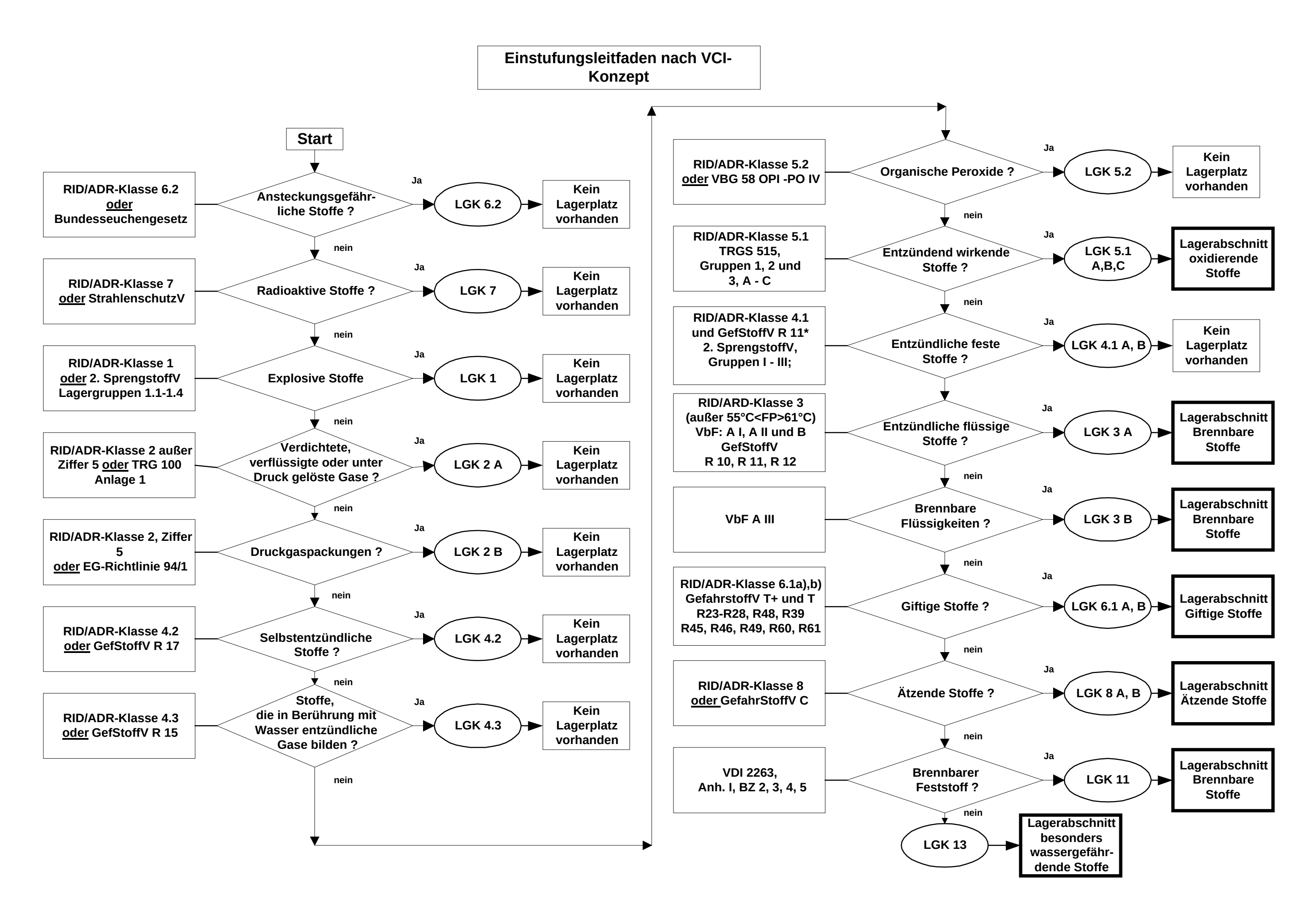


Bild 5-2: Grundriß des Gefahrstofflagers für Stückgut mit Lokalisierung der Funktionsgruppen



<u>Bild 5-3:</u> Einlagerungslogik für Gefahrstoffe in Stückgut nach dem VCI-Konzept /9/

6 Anhang 2

6.1 Auf die Anlagentechnik bezogene Sicherheitsgrundsätze und –anforderungen

Sicherheitsgrundsätze Neufassung UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik				**Zuordnung zu TRGS 300+)**
Nr	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
1.	**Sicherung der Umschließung der Funktionselemente gegen mechanisches Versagen**	1.1	**Funktionsgerechte Konstruktion** geeignete Werkstoffe	1-4.2 1-4.1
		1.2	**Werkstoffgerechte Fertigung** Qualitätssicherung f. Werkstoffe, Fertigung, Personal	1-4.3 1-4.4 /1-4.5
		1.3	**Anlagengerechte Aufstellung** Sicherstellung ausreichender Standfestigkeit Berücksichtigung störungsbedingter Reaktionskräfte und dynamischer Belastungen Montage durch unterwiesenes Personal	1-4.6 2-10.1 2-10.3 1-4.5
		1.4	Einhaltung des zulässigen Druckbereichs (Innendruck, Außendruck, Belastung durch Druckanstiegsgeschwindigkeit) sichere Druckentlastung Explosionsfeste , druckstoßfeste Bauweise Explosionsunterdrückung, Explosionsabbruch	1-4.8; 2-4.1 2-10.7 1-4.12 2-3.1
		1.5	**Örtliche Einhaltung zulässiger Temperaturen**	1-4.8; 2-10.8

Sicherheitsgrundsätze Neufassung UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik				**Zuordnung zu TRGS 300+)**
Nr	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
		1.6	**Einhaltung zulässiger Wertebereiche für Korrosion, Erosion, Verschleiß, Kavitation**	1-4.9; 2-10.9, 2-10.10
		1.7	**Begrenzung von Schwingungsbelastungen** Schutz vor Rohrabriß	1-4.7 2-10.4
		1.8	**Beherrschung von Schwachstellen an Flanschen, Armaturen, Dichtungen, Meßstellen, Verschlüssen**	1-4.10 1-4.11
		1.9	**Sicherung gegen Lagerversagen**	1-4.13
		1.10	**Sicherung gegen Lösen bewegter Komponenten**	1-4.14
2.	**Sicherung der Umschließung durch die Anlagensteuerung bei der Bildung oder dem Übergang gefährlicher Stoffe in andere Teilanlagen**	2.1	**Beherrschung des thermodynamisch / chemischen Zustandes der Stoffe im Betrieb** Zugabe von reaktionshemmenden Stoffen Sicherstellung der Notkühlung	1-5.1;1-5-3 2-4.2 2-4.2 2-4.3
		2.2	**Vermeidung der Entstehung gefährlicher Stoffe bei Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes**	1-5.1; 1.-5.3
		2.3	**Sichere Steuerung der Stoffströme**	1-4.8 1-5.2

Sicherheitsgrundsätze Neufassung UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik				Zuordnung zu TRGS 300+)
Nr	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
		2.4	**Sicherstellung der Strömungsbedingungen der Stoffströme**	1-5.4
3.	**Sicherung der Umschließung durch das Betriebspersonal beim Umgang mit Funktionselemente oder der Überleitung gefährlicher Stoffe in andere Teilanlagen**	3.1	**Sichere Handhabung während des Betriebes** **geeignete Arbeitsmethoden** Benutzerfreundliche Anordnung von Funktionselementen Verwechslungssichere Anschlüsse Betriebsanweisungen Betriebsaufsicht Schulung	1-6.2 1-6.3 1-6.4 2-9.5' 2-9.7 1-6.9; 2-9.6 1-6.10 2-9.8
		3.2	**Sichere Handhabung bei In- und Außerbetriebnahme der Anlage**	1-6.5
		3.3	**Sichere Handhabung bei Wartung und Instandsetzung**	1-6.6
		3.4	**Sicherung gegen Beschädigung bei betriebsbedingten Vorgänge** Schutz vor Rohrabriß	1-6.8 2-10.4
		3.5	**Sichere Handhabung gefährlicher Stoffen beim**	

Sicherheitsgrundsätze Neufassung UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik				**Zuordnung zu TRGS 300+)**
Nr	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
			innerbetrieblichen Transport	
4.	**Sicherung der Umschließung gegen Versagen infolge Bildung einer zündfähigen Atmosphäre und Zündung in Funktionselementen**			
4.1	**Vermeidung zündfähiger Atmosphäre in Funktionselementen**	4.1.1	**Identifizierung brennbarer / zündfähiger Einsatzstoffe, die durch menschliches Fehlverhalten vorhanden sind**	1-7.1;1-7.10; 2-1.7
		4.1.2	**Vermeidung von Lufteintritt**; Dichter Einschluß brennbarer Stoffe	1-7.2; 1-7.7;2-1.7 2-1.5
		4.1.3	**Vermeidung der Entstehung zündfähiger Atmosphäre durch Bedienungsfehler**	1-7.11
		4.1.4	**Vermeidung der Entstehung zündfähiger Atmosphäre durch Fehler in der Anlagensteuerung**	1-7.5; 1-7.8;1-7.9
		4.1.5	**Keine örtliche Ausbildung zündfähiger Stoffgemische**	1-7.6;1-7.8;1-7.9

Sicherheitsgrundsätze Neufassung UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik				Zuordnung zu TRGS 300+)
Nr	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
4.2	**Vermeidung der Zündung in Funktionselementen**	4.2.1	**Vermeidung der Zündung durch heiße Oberflächen, Reibung, mechanisch erzeugte Funken**	1-8.1; 1-8.3; 2-1.11
		4.2.2	**Vermeidung der Zündung durch Flammen, heiße Gase, Kompression strömender Gase**	1-8.4; 2-1.11
		4.2.3	**Vermeidung der Zündung durch chemische Reaktionen, Vermeidung der Bildung entzündend wirkender Stoffe**	1-8.2; 2-1.11
		4.2.4	**Vermeidung der Zündung durch elektrostatische Entladung, Ausgleichströme**	1-8.3; 2-1.11
		4.2.5	**Vermeidung der Zündung durch Bildung elektrischer Funken**	1-8.3; 2-1.11
		4.2.6	**Vermeidung der Sicherung gegen Zündung durch Elektromagnetische Wellen, ionisierende Strahlung, Ultraschall**	1-8.4; 2-1.11

Tabelle 6-1: Auf die Anlagentechnik bezogene Sicherheitsgrundsätze und -anforderungen auf der Grundlage des UBA-FE: Stand der Sicherheitstechnik, mit Zuordnung der Grundsätze und Anforderungen nach TRGS 300 für Anlagen und bei Verfahren /5/
(Neuordnung gemäß Gefahrenanalyse nach dem "Checklistenverfahren" /7/ in überarbeiteter Form)
+) aus TRGS 300,Tabelle 1 mit Vorsatz 1- ; aus TRGS 300, Tabelle 2 mit Vorsatz 2-; Ohne Verweis: Grundsatz, Anforderung nicht in TRGS 300 enthalten

6.2 Störungsbedingte Sicherheitsgrundsätze und –anforderungen

	Sicherheitsgrundsätze Neufassug UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik			**Zuordnung zu TRGS 300+)**
Nr.	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
1.	**Sicherung der Wirksamkeit von Einrichtungen zur Überwachung von Schadstoffkonzentrationen**	1.1	**Ausreichende Meldung von Schadstoffkonzentrationen in der Luft** ausreichende Anzahl, sachgerechte Aufstellung, Schutz gegen Beschädigung	2-5.1 2-5.2/3/4 2-6.1; 2-6.2
		1.2	**Ausreichende Anzeigen von Leckagen auf dem und im Boden** ausreichende Anzahl, sachgerechte Aufstellung, Schutz gegen Beschädigung	2-5.1 2-5.2/3/4 2-6.1; 2-6.2
		1.3	**Ausreichende Systeme zur Überwachung von Stoffe in Entwässerungsanlagen** ausreichende Anzahl, sachgerechte Aufstellung, Schutz gegen Beschädigung	2-5.1 2-5.2/3/4 2-6.1; 2-6.2
2.	**Sicherung der Wirksamkeit von Stoffrückhaltesystemen**	2.1	**Ausreichende Maßnahmen zur Begrenzung austretender Mengen**	2-6.4
		2.2	**Ausreichende Maßnahmen zur Verringerung**	2-6.6

Sicherheitsgrundsätze Neufassug UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik				Zuordnung zu TRGS 300[+)]
Nr.	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
			gefährlicher Konzentrationen nach Freisetzungen (Niederschlagen und Lenken von Gasen, Nebeln und Dämpfen)	
		2.3 2.4	**Versiegelung des Bodens im Bereich von Anlagenteilen** **Ausreichendes Auffangen freigesetzter toxischer oder wassergefährdender Stoffe**	2-6.5
		2.5	**Ausreichende Einrichtungen zum Abscheiden wasserlöslicher / ablagerungsfähiger Stoffe / von Abgasen**	
		2.6	**Ausreichende Eingrenzung toxischer Gas- / Luftwolken Einhausung**	2-6.3
3.	**Sicherung der Wirksamkeit von Einrichtungen zur Schadstoffbeseitigung**	3.1	**Ausreichende Aufnahmesysteme für gefährliche feste und flüssige Stoffe** Auffanggefäße Bindemittel	2-4.5; 2-6.7
		3.2	**Ausreichende Aufbereitungs- / Reinigungssysteme für gefährliche Stoffe** Wäscher	2-4.5; 2-6.7

	Sicherheitsgrundsätze Neufassug UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik			**Zuordnung zu TRGS 300+)**
Nr.	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
			Neutralisationsanlagen	
		3.3	**Ausreichende Verbrennungs- / Fackelanlagen**	2-4.5; 2-6.7
		3.4	**Kontrollierte Entsorgung von Reststoffen**	2-6.7
4.	**Vermeidung der Zündung einer zündfähigen Atmosphäre außerhalb von Funktionselementen**	4.1	**Vermeidung der Zündung durch heiße Oberflächen, Reibung, mechanisch erzeugte Funken**	2-1.11
		4.2	**Vermeidung der Zündung durch offene Flammen, heiße Gase**	2-1.11
		4.3	**Vermeidung der Zündung durch Bildung entzündend wirkender Stoffe**	2-1.11
		4.4	**Vermeidung der Zündung durch elektrostatische Entladung, Ausgleichsströme**, Blitzschutz	2-1.11 2-1.1
		4.5	**Vermeidung der Zündung durch elektrische Funkenbildung**	2-1.11
		4.6	**Vermeidung der Zündung durch elektromagnetische Wellen, ionisierende Strahlung, Ultraschall**	2-1.11

	Sicherheitsgrundsätze Neufassug UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik			**Zuordnung zu TRGS 300+)**
Nr.	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
5.	**Sicherung gegen Brand innerhalb der Anlage**	5.1	**Ausreichender baulicher Brandschutz** geeignete Feuerwiderstandsklasse Verwendung nicht brennbarer oder schwer entflammbarer Baustoffe Begrenzung der Brandlast	2-1.1; 2-1.3
		5.2	**Ausreichende Auffangräume**	2-1.8
		5.3	**Ableitung brennbarer Stoffe aus dem Einwirkungsbereich auf Anlagenteile**	2-1.10
		5.4	**Begrenzung austretender Stoffmengen**	2-1.6
		5.5	**Ausreichende Rettungswege**, Fluchtwege	2-1.13
6.	**Sicherung der Wirksamkeit von Brandbekämpfungsmaßnahmen**	6.1	**Wirksame Brandmeldeanlagen**	2-2.1
		6.2	**Ausreichende Ausrüstung mit geeignetem mobilen Löschgerät, Löschmittel**	2-2.2; 2-2.3

Sicherheitsgrundsätze Neufassug UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik				**Zuordnung zu TRGS 300**[+)]
Nr.	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
		6.3	**Wirksame ortsfeste Löschanlagen, Löschmittel**	2-2.2; 2-2.3
		6.4	**Ausreichender Zugang für die Brandbekämpfung**	2-2.4
		6.5	**Ausreichende Organisation für die Brandbekämpfung**	2-2.5
7.	**Sicherung der Wirksamkeit der Explosionsbegrenzungsmaßnahmen**	7.1	**Ausreichende Maßnahmen zur Überwachung zündfähiger Stoff-Luft-Gemische**	2-1.12 2-4.1
		7.2	**Ausreichende Einrichtung zur Begrenzung freigesetzter Stoffmengen**	2-3.3
		7.3	**Sicherstellung ausreichende Schutzabstände**	2-3.3; 2-10.6
		7.4	**Ausreichende Einrichtungen zur Begrenzung von Explosionsauswirkungen**: Druck, Wärmestrahlung, Trümmerwurf (Schutzwände, -wälle)	2-3.2 2-10.5
8.	**Sicherung der Zugänglichkeit von Schadensorten zur Störfallbekämpfung**	8.1	**Ausreichende Zugänglichkeit der sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteile**	
		8.2	**Ausreichende Bereitstellung von geeignetem Gerät**	2-12.5

Nr.	Sicherheitsgrundsätze Neufassug UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik			Zuordnung zu TRGS 300[+)]
Nr.	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
9.	**Sicherstellung der Bekämpfung von Störfällen durch die Beschäftigten**	9.1	**Ausreichende Gesundheitsvorsorge für die Beschäftigten** **geeignete persönliche Schutzausrüstung** Überwachung von Gefahrstoffkonzentrationen Absperren gefährlicher Bereiche erste Hilfe und ärztliche Versorgung geeignete Rettungs- und Hilfsgeräte	2-2.6; 2-11.1/2/3/4 2-11.4 2-11.5
		9.2	**Ausreichende Vorbereitung der Beschäftigten und Organisation der Störfallbekämpfung** Betriebsanweisungen unter Berücksichtigung möglicher Störungen Betriebliche Alarm- und Gefahrenabwehrpläne	2-12.1 2-11.2

Tabelle 6-2: Störungsbedingte Sicherheitsgrundsätze und -anforderungen auf der Grundlage des UBA-FE: Stand der Sicherheitstechnik, mit Zuordnung der Grundsätze und Anforderungen nach TRGS 300 für Anlagen und bei Verfahren /5/

(Neuordnung gemäß Gefahrenanalyse nach dem "Checklistenverfahren" /7/ in überarbeiteter Form)

[+)] aus TRGS 300,Tabelle 1 mit Vorsatz 1- ; aus TRGS 300, Tabelle 2 mit Vorsatz 2-; Ohne Verweis: Grundsatz, Anforderung nicht in TRGS 300 enthalten

6.3 Auf Einwirkungen aus der Umgebung bezogene Sicherheitsgrundsätze und –anforderungen

	Sicherheitsgrundsätze Neufassug UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik			**Zuordnung zu TRGS 300+)**
Nr.	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
1.	**Schutz der Anlage vor Einwirkungen auf die Aufstellung**	**1.1**	**Schutz gegen Hochwasser**	2-10.5, 2-10.6 für 1/2/3
		1.2	**Schutz gegen Sturm**	
		1.3	**Schutz gegen Erschütterungen / Senkungen**	
2.	**Schutz der Anlage gegen Einwirkungen von Wärme / Energie**	2.1	**Schutz gegen Brand außerhalb des Anlagenbereichs** Ausreichende Abstände zu anderen Anlagen Ausreichender Brandschutz zwischen den Anlagen	 2-1.9 2-1.1
		2.2	**Schutz gegen Blitzschlag / Gefahren durch Hochspannungsleitungen**	
		2.3	**Schutz gegen die Auswirkungen von Gefahrstoffleitungen, die nicht zur Anlage gehören**	
3.	**Schutz der Anlage gegen Einwirkungen durch feste**	3.1	**Schutz gegen Einwirkungen durch Verkehr / Fahrzeuge**	

	Sicherheitsgrundsätze Neufassug UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik			**Zuordnung zu TRGS 300+)**
Nr.	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
	Körper			
		3.2	**Schutz gegen Einwirkungen durch Fragmente als Folge von Explosionen außerhalb des Werksbereichs**	2-10.2
4.	**Schutz der Anlage gegen Beschädigung durch Eingriffe Unbefugter**	4.1	**Sicherung des Werksgeländes gegen den Zutritt Unbefugter**	2-11.5 für 4.
		4.2	**Kontrolle der Zugangs zum Werksgelände**	
		4.3	**Sicherung kritischer Anlagenteile gegen unsachgemäße Bedienung**	
		4.4	**Regelung und Überwachung der Arbeiten Betriebsfremder auf dem Werksgelände**	
5.	**Sicherung der Störfallbekämpfung gegen Einwirkungen außerhalb des Werksgeländes**	5.1	**Sicherung der Zufahrtswege**	
		5.2	**Bereitstellung von Spezialgerät**	
		5.3	**Bereithaltung ausreichender Hilfsmittel zur**	

	Sicherheitsgrundsätze Neufassug UBA-FE Stand der ST / TRGS 300 Sicherheitstechnik			**Zuordnung zu TRGS 300+)**
Nr.	**Sicherheitsgrundsatz**	**Nr.**	**Sicherheitsanforderung**	
			Störfallbekämpfung	
		5.4	**Vorhalten eines Einsatzplanes für externe Hilfskräfte**	
6.	**Sicherung der Störfallbekämpfung durch externe Hilfskräfte**	6.1	**Gewährleistung der Unterstützung durch externe Organisationen**	2-12.3 für 6.
		6.2	**Schulung externer Hilfskräfte für das Verhalten in der Anlage**	
		6.3	**Vorhalten von Maßnahmen zum Erkennen / Beurteilen der Gefahren**	
		6.4	**Vorhalten eines Alarmplanes**	

Tabelle 6-3: Auf Einwirkungen aus der Umgebung bezogene Sicherheitsgrundsätze und -anforderungen auf der Grundlage des UBA-FE: Stand der Sicherheitstechnik, mit Zuordnung der Grundsätze und Anforderungen nach TRGS 300 für Anlagen und bei Verfahren /5/
(Neuordnung gemäß Gefahrenanalyse nach dem "Checklistenverfahren" /7/ in überarbeiteter Form)
+) aus TRGS 300,Tabelle 1 mit Vorsatz 1- ; aus TRGS 300, Tabelle 2 mit Vorsatz 2-; Ohne Verweis: Grundsatz, Anforderung nicht in TRGS 300 enthalten

Weiterentwicklung des »Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik«

Teilvorhaben: Ammoniakkälteanlagen und nutzerorientierte Anwendungshinweise

Vorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes
Vorhabennummer: 204 04 903/02

Dr.-Ing. U. Seifert
Dipl.-Ing. J. Hübner

November 2000

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik Teilvorhaben: – Ammoniakkälteanlagen (Fachinhalte) – Benutzerorientierte Hinweise		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Dr.-Ing. Seifert, Ulrich Dipl.-Ing. Hübner, Jochen		**8. Abschlussdatum**
		9. Veröffentlichungsdatum November 2000
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT Osterfelder Straße 3 46047 Oberhausen		**10. UFOPLAN-Nr.** 297 48 903 / 02
		11. Seitenzahl **17**
		12. Literaturangaben **1**
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 14193 Berlin		**13. Tabellen und Diagramme** **5**
		14. Abbildungen **1**
15. Zusätzliche Angaben Verbundforschungsvorhaben mit sechs Teilvorhaben		
16. Kurzfassung		
17. Schlagwörter Sicherheitstechnik, Störfallverordnung, Anlagensicherheit, Datenbank		
18.	**19.**	**20.**

16. Kurzfassung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden für das Dokumentationssystem DoSiS Sicherheitskonzepte für vier Typen von Ammoniakkälteanlagen nach Funktionseinheiten strukturiert und in das System integriert sowie die Systementwicklung mit Hinweisen zur konsistenten und benutzerfreundlichen Informationsaufbereitung begleitet.

Die Dokumentation der Sicherheitskonzepte für Ammoniakkälteanlage umfasst die Identifizierung geeigneter Funktionseinheiten (Teilanlagen, Funktionsgruppen, Anlagenelemente), die Ermittlung der relevanten sicherheitstechnischen Regeln, Normen und Richtlinien sowie die Ableitung von Sicherheitsmerkmalen und der beispielhaften Darstellung von R&I-Schematan.

Im Zuge der benutzerorientierten Hinweise wurden Konvention erarbeitet, um Herangehensweisen zur Strukturierung von Fachinhalten abzuleiten, um Inkonsistenzen bei der Integration neuer Fachinhalte durch verschiedene Forschungsnehmer zu vermeiden und um nutzerspezifische Suchstrategien zu definieren und durch die Systementwicklung zu unterstützen.

Report Cover Sheet

1. Report-No UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Documentation System of Best Available Techniques for Loss Prevention Project: – Ammonia cooling plants – User requirements to the database		
5. Author(s), Family Name(s) Dr.-Ing. Seifert, Ulrich Dipl.-Ing. Hübner, Jochen		**8. Report Date** **9. Publication Date** November 2000
6. Performing Organisation (Name, Address) Fraunhofer-Institute for Environmental, Safety, and Energy Technology UMSICHT Osterfelder Strasse 3 D-46047 Oberhausen		**10. UFOPLAN-Ref. No.** 297 48 903 / 02 **11. No. of Pages** **17** **12. No. of References** **1**
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) Bismarckplatz 1 14193 Berlin		**13. No. of Tables, Diagrams** **5** **14. No. of Figures** **1**
15. Supplementary Notes Combined research and development project (six projects)		

16. Abstract

Within the framework of a combined RTD project, the safety concepts of four types of ammonia cooling plants have been analyzed and structured. The results have been incorporated in the DoSiS database system. The development of the system has been supported with respect to a consistent database and with a view to end-user requirements.

The documentation of ammonia cooling plant safety concepts consists of the identification of appropriate functional units, determination and compilation of relevant safety rules, standards and guidelines, deduction of safety characteristics and graphical representation in PI diagrams.

With a view to end-user requirements, guidelines have been developed concerning the structuring of the information. Strategies have been defined in order to avoid inconsistencies of the structure and of the technical contents of the database. A retrieval approach suitable for end-users has been defined.

17. Keywords
Safety engineering, Hazardous Incident Ordinance, plant safety, Best Available Techniques, Loss Prevention, Databank

18. Price	**19.**	**20.**

Inhalt

Einleitung

Um die Ermittlung des Stands der Sicherheitstechnik für technische Anlagen zu erleichtern, wurde am Umweltbundesamt das Dokumentationssystem DoSiS entwickelt. Im Zuge des anschließend durchgeführten Verbundvorhabens sollten weitere Fachinhalte für fünf verschiedene Anlagentypen integriert und dabei die Nutzung des Systems anwenderfreundlicher gestaltet werden.

Ziel des von Fraunhofer UMSICHT bearbeiteten Teilvorhabens war:

- Aufnahme von Sicherheitskonzepten nach dem Sd(S)T für alle wichtigen Funktionseinheiten von Ammoniakkälteanlagen.

- Beseitigung von Inkonsistenzen bei der Integration neuer Fachinhalte durch unterschiedliche Forschungsnehmer.

- Berücksichtigung unterschiedlicher Herangehensweisen, z. B. der wissenschaftlich-abstrakten Strukturierung der Fachinhalte einerseits und des problemorientierten Suchzugriff andererseits.

- Dokumentation der Sicherheitskonzepte für Ammoniakkälteanlagen durch Identifizierung geeigneter Funktionsgruppen (Teilanlagen, Funktionsgruppen, Anlagenelemente), Ermittlung der relevanten sicherheitstechnischen Regeln, Normen und Richtlinien, Ableitung von Sicherheitsmekmalen und beispielhafte Darstellung anhand von R&I-Schemata.

- Lösungen zur Unterstützung des Anwenders von DoSiS durch Erarbeitung von Regeln zur Integration der Fachinhalte, Definition nutzerspezifischer Suchstrategien und Beschreibung der zur Realisierung erforderlichen Oberflächenstrukturen.

Sicherheitskonzepte von Ammoniakkälteanlagen

Sicherheitskonzepte für ammoniakbetriebene Kälteanlagen werden erstellt, um Gefährdungen beim Betrieb der Anlage zum Schutz der Beschäftigten und der Umwelt möglichst ausschließen oder zumindest schnell begrenzen bzw. bekämpfen zu können. Unter einer Gefährdung wird dabei die potentielle Möglichkeit der Herbeiführung gesundheitlicher Schäden oder der Verschmutzung von Boden, Wasser oder Luft verstanden. Eine eindeutige Trennung der Gefährdungen nach Arbeits- oder Umweltschutzaspekten ist aber nicht immer möglich, so dass z. B. durch Ammoniakfreisetzungen nicht nur Beschäftigte, sondern auch die Umwelt nachhaltig geschädigt werden können.

Bei Ammoniakkälteanlagen hängt das stoff- und anlagenbezogene Gefahrenpotential in erster Linie von der Größe der Kälteanlage und damit von der Menge des eingesetzten Ammoniaks ab, mit dem in der Anlage umgegangen wird. Zur Beurteilung des Gefahrenpotentials durch eine mögliche Freisetzung von Ammoniak sind in Tabelle 1 einige Werte angegeben.

Konzentrationen	Einstufungen
5-10 ppm	Geruchsschwelle
50 ppm	Mak-Wert
200 ppm	Übelkeit, Kopfschmerzen
500 ppm	Störfallbeurteilungswert
5000 ppm	Lähmung des Atmungssystem mit Todesfolge

Tabelle 1: Kennwerte für die Beurteilung der Gesundheitsgefährdung durch Ammoniak[12]

Wie Tabelle 1 zeigt, weist Ammoniak in Konzentrationen ab 200 ppm eine akut toxische Wirkung auf. Aufgrund des betriebsbedingten Überdrucks in einer Kälteanlage muss bei einem Schadensereignis mit schnell auftretenden, hohen Ammoniakkonzentrationen in der Umgebung an allen Ammoniak führenden Anlagenteilen gerechnet werden. Die Ausbreitung des freigesetzten Ammoniaks ist im einzelnen von der Prozeßbedingung (Druck, Temperatur), der Umgebungsbedingungen (Windströmungen, Lüftung) und der Leckage selbst abhängig.

12 Vgl. MEIER, in: TÜ Bd. 35 Nr. 11/12; 1994

Neben dem Gefahrenpotential aus den physikalischen, chemischen und toxikologischen Eigenschaften des Ammoniaks sowie aus der Beschaffenheit und Funktionsweise der Kälteanlage und ihrer Elemente müssen auch Gefahren aus dem Fehlverhalten der Beschäftigten berücksichtigt werden. Positiv formuliert resultieren daraus die Sicherheitsanforderungen für Ammoniakkälteanlagen, die sich in den dokumentierten Sicherheitskonzepten wiederfinden.

A. Kriterien zur Festlegung des Sd(S)T

Um die Erfüllung der gesetzlichen Sicherheitsanforderungen nach dem Stand der Technik nachvollziehbar zu dokumentieren, wurden für die Auswahl der zu berücksichtigenden Bestimmungen die Definitionen gem. § 3 StörfallV und TRGS 300 zugrunde gelegt und für die Anlagengrenze ein klar definierter Betrachtungsraum festgelegt. Dabei mussten die EDV-technischen Möglichkeiten von DoSiS beachtet werden.

Integration von Regelwerksbestimmungen und Erfahrungswissen

Für Ammoniakkälteanlagen existiert ein sehr ausgereiftes Regelwerk, das auch aktuelle Erfahrungswerte zu berücksichtigen versucht. Es umfasst neben den grundsätzlich geltenden Gesetzen, Verordnungen und Normen zum Immissionsschutz- und Wasserrecht sowie zum Chemikalien- und Gerätesicherheitsrecht spezielle Vorschriften für Kälteanlagen (TRB 801 Nr. 14, VBG 20, DIN 8975 Teile 1 bis 10) sowie konkrete Normentwürfe und Empfehlungen für ammoniakbetriebene Kälteanlagen (TRAS 110 Entwurf, E DIN 8975 Teil 11, TAA-GS-12).

Wissen, das über diese Vorschriften hinausreicht, stützt sich auf die Erfahrungen der Hersteller und wird dort als firmeninternes Know-How angesehen. Im Rahmen des Vorhabens war es damit kaum möglich, sicherheitstechnische Lösungen, die nicht im Regelwerk oder der einschlägigen Literatur zu finden waren, in DoSiS zu berücksichtigen. Einzelne Erkenntnisse ließen sich dennoch ermitteln und als Sicherheitshinweise oder Kommentare aufnehmen.

Ansonsten wurden die sicherheitstechnisch relevanten Anforderungen und Maßnahmen aus den in Tabelle 2 aufgeführten Rechtsvorschriften und Normen in der jeweils aktuellen Fassung zur Dokumentation des Sd(S)T herangezogen.

Arbeitsschutz	Umweltschutz
GSG »Gesetz über technische Arbeitsmittel« **ChemG** »Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen« **DruckbehV** »Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen« **GefStoffV »Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen«**	**BImSchG** »Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge « **WHG** »Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts« **4. BImSchV** »Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes«
TRB 001 »Aufbau und Anwendung der TRB **TRB 100** »Werkstoffe« **TRB 200** »Herstellung« **TRB 300** »Berechnung« **TRB 401** »Kennzeichnung« **TRB 402** »Öffnungen und Verschlüsse« **TRB 403** »Einrichtungen zum Erkennen und Begrenzen von Druck und Temperatur « **TRB 404** »Ausrüstungsteile« **TRB 500** »Verfahrens- und Prüfrichtlinien für Druckbehälter« **TRB 60**0 »Aufstellung der Druckbehälter« **TRB 700** »Betrieb von Druckbehältern« **TRB 801** »Besondere Druckbehälter nach Anhang II zu § 12 DruckbehV« **TRB 801 Nr. 2** »Innen liegende Heiz- und **TRB 801 Nr. 14** »Druckbehälter in Kälte- & Wärmepumpenanlagen« **TRB 801 Nr.24** »Plattenwärmeaustauscher « **TRB 801 Nr.45** »Gehäuse von Ausrüstungsteilen« **TRR 010** »Allgemeines« **TRR 100** »Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen« **TRR 512** »Prüfungen durch Sachverständige / Erstmalige Prüfung« **TRR 513** »Prüfungen durch Sachverständige / Abnahmeprüfung« **TRR 515** »Rohrleitungen nach §§ 30a (3) und 30b (3) DruckbehV / Schriftliche Festlegungen und Prüfungen durch den Sachverständigen« **TRR 521** »Bescheinigung der ordnungsgemäßen Herstellung /	**12. BImSchV** »Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes« **Muster-VAwS** »Muster-Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe der Länderarbeitsge-meinschaft Wasser (LAWA)« **1. Störfall-VwV** »Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung« **2. Störfall-VwV** »Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung« **3. Störfall-VwV** »Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfall-Verordnung« **TRAS 110 Entwurf** » Sicherheitstechnische Anforderungen an Ammoniak-Kälteanlagen« **TAA-GS-12** Leitfaden » Sicherheitstechnische Anforderungen an Ammoniak- Kälteanlagen«

Arbeitsschutz	**Umweltschutz**
Errichtung und Druckprüfung«	
TRR 531 »Prüfungen durch Sachkundige / Abnahmeprüfung«	
TRR 532 »Prüfungen durch Sachkundige / Wiederkehrende Prüfungen«	
TRGS 300 »Sicherheitstechnik«	
TRGS 500 »Schutzmaßnahmen: Mindeststandards«	
TRGS 900 »Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz«	
VBG 1 »Allgemeine Vorschriften«	
VBG 20 »Kälteanlagen, Wärmepumpen und Kühleinrichtungen«	
VBG 125 »Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz«	
DIN 2405 »Rohrleitungen in Kälteanlagen; Kennzeichnung«	
DIN 8975-1 »Gefahren, Allgemeine Hinweise, Auslegung«	
DIN 8975-2 »Aufstellung und Betreiben«	

Arbeitsschutz	**Umweltschutz**
DIN 8975-3 »Richtlinien für Betriebsanweisungen« Kennzeichnungsschild«	
DIN 8975-4 »Bescheinigung über die Prüfung,	
DIN 8975-5 »Prüfung vor Inbetriebnahme «	
DIN 8975-6 »Kältemittel Rohrleitungen«	
DIN 8975-7 »Sicherheitseinrichtungen in Kälteanlagen gegen unzulässige Druckbeanspruchung«	
DIN 8975-8 »Füllstandsanzeiger-Einrichtungen für die Kältemittelbehälter«	
DIN 8975-9 »Kältemittelkreislauf«	
DIN 8975-10 »Emmissionsminderung von Kältemittel aus Kälteanlagen«	
E DIN 8975-11 »Kälteanlagen und Wärmepumpen mit dem Kältemittel Ammoniak (zusätzliche) Anforderungen«	
DIN 32733 » Sicherheitsschalteinrichtungen zur Druckbegrenzung in Kälteanlagen und Wärmepumpen«	

Tabelle 2: Rechtsvorschriften und Normen zur Dokumentation des Sd(S)T für Ammoniakkälteanlagen

Abgrenzung des Betrachtungsraumes

Um die Kälteanlage deutlich von angrenzenden Anlagen oder Teilanlagen abzugrenzen, wurden im Rahmen der Arbeit nur die Anlagenteile betrachtet, die zur Aufrechterhaltung des bestimmungsgemäßen Betriebs vom Kältemittel durchströmt werden. Damit bleiben Wärmeträger- und Kühlmittelkreisläufe ebenso unberücksichtigt wie Lager- oder Umfüllanlagen.

Ausnahme bildet der Maschinenraum, der aufgrund seiner sicherheitstechnischen Erforderniss hinsichtlich Kältemittelverdichter, Kältemittelpumpen und Sammler ebenfalls zum Betrachtungsraum der Kälteanlage gezählt werden muss.

B. Strukturierung der Sicherheitskonzepte und Bildung von Funktionseinheiten

Die Abbildung der Sicherheitskonzepte in DoSiS setzt eine Strukturierung der Kälteanlagen auf Anlagenebene, auf Ebene der Funktionsgruppen und auf Ebene der Anlagenelemente voraus. Weiterführende Informationen, die sich nicht diesem Schema unterordnen lassen, mussten als Stoff- bzw. Handhabungsklasse, Sicherheitshinweise oder Kommentare zugeordnet werden.

Teilanlagen

Als Teilanlagen wurden Ammoniakkälteanlagen betrachtet, die nach dem Kompressionsprinzip arbeiten. Sie umfassen eine Kombination von Anlagenteilen, die einen geschlossenen Ammoniak-Kreislauf bilden, in dem flüssiges Ammoniak durch Verdampfen Wärme aufnimmt und gasförmiges Ammoniak, nachdem es mit mechanischer Verdichtung auf höheren Druck gebracht wurde, durch Verflüssigung Wärme abgibt.

In der Praxis werden mit Ammoniak betriebene Kompressionskälteanlagen in verschiedenen Varianten ausgeführt. Zum einem gibt es sie mit überfluteter, zum anderen mit trockener Verdampfung. Die überflutete Verdampfung lässt sich in

einstufige und zweistufige Anlagen unterteilen. Die Strukturierung der Teilanlagen enthält Tabelle 3.

Einteilung in Teilanlagen
• Ammoniak-Kompressionskälteanlagen - Einstufige Ammoniak-Kompressionskälteanlage - mit trockener Verdampfung - mit überfluteter Verdampfung - Zweistufige Ammoniak-Kompressionskälteanlage - mit überfluteter Verdampfung und einstufiger Expansion - mit überfluteter Verdampfung und zweistufiger Expansion

Tabelle 3: Gliederung der Teilanlagen

Funktionsgruppen

Zur Dokumentation der sicherheitstechnischen Maßnahmen für funktional abgegrenzte Bereiche der betrachteten Ammoniakkälteanlagen wurden die in Tabelle 4 aufgezählten Funktionsgruppen gebildet. Im Zentrum der Betrachtung standen entweder ein verfahrenstechnischer Apparat in Verbindung mit der erforderlichen Peripherie oder die strukturierte bzw. schematische Abbildung der organisatorischen, personenbezogenen oder umgebenden baulichen Maßnahmen.

Funktionsgruppen ammoniakbetriebener Kompressionskälteanlagen	
1	Allgemeine organisatorische Maßnahmen
2	Ammoniak-Entsorgung
3	Hochdruck-Schwimmerregler
4	Luftgekühlter ggf. berieselter Kondensator zum Verflüssigen von Ammoniak im Rohrraum
5	Mantelseitige Verdampfung von druckverflüssigtem Ammoniak mit Wasser
6	Maschinenraum
7	Mitteldruckbehälter mit indirekter Kühlung

Funktionsgruppen ammoniakbetriebener Kompressionskälteanlagen	
1	Niederdruck-Schwimmerregler
2	Not-Aus-System
3	Persönliche Schutzausrüstung für Ammoniakkälteanlagen
4	Rohrseitige Verdampfung von druckverflüssigtem Ammoniak mit Luft
5	Rohrseitige Verdampfung von druckverflüssigtem Ammoniak mit Wasser
6	Schwimmerschalter
7	Strömungspumpensystem für druckverflüssigtes Ammoniak
8	Strömungsverdichtersystem für Ammoniak
9	Überhitzungsregler

Funktionsgruppen ammoniakbetriebener Kompressionskälteanlagen	
10	Verdrängerpumpensystem für druckverflüssigtes Ammoniak
11	Verdrängerverdichtersystem für Ammoniak
12	Wassergekühlter Kondensator zum Verflüssigen von Ammoniak im Mantelraum
13	Zentralabscheider für Ammoniak
14	Zwischenkühler mit indirekter Kühlung

Tabelle 4: Funktionsgruppen

Um die Funktionsgruppe der organisatorischen Maßnahmen übertragbar zu gestalten und nicht mit Maßnahmen zu überfrachten, die unmittelbar an Funktionseinheiten geknüpft sind (z. B. spezielle Prüfanforderungen), wurden hier nur die Pflichten zum Immissionsschutz und zur Arbeitssicherheit zugewiesen. Die Zuordnung der übrigen organisatorischen Maßnahmen erfolgte direkt über die entsprechenden Teilanlagen, Funktionsgruppen oder Anlagenelemente.

Anlagenelemente

Die Berücksichtigung der apparatebezogenen Maßnahmen und die Zusammenfassung der organisatorischen Aspekte erfolgt auf Basis der in Tabelle 5 genannten Anlagenelemente.

Anlagenelemente ammoniakbetriebener Kompressionskälteanlagen			
1	Druckbehälter	***21***	***Überströmventil***
2	***Drucktragende Gehäuse***	***22***	***Schnellschlußventil***
3	***Innenliegende Heiz- oder Kühlrohre***	***23***	***Magnetventil***
4	***Feste oder lose Einbauten***	***24***	***Erweiterte Pflichten gemäß StörfallV***
5	***Strömungspumpe***	***25***	***Grundpflichten Arbeitssicherheit***
6	***Verdrängerpumpe***	***26***	***Grundpflichten Immissionsschutz***
7	***Verdrängerverdichter***	***27***	***Steuerschrank***
8	***Strömungsverdichter***	***28***	***PI Druckmessung, Anzeige vor Ort***
9	***Rohrleitung***	***29***	***PIZA+ Druckmessung, Anzeige vor Ort***
10	***Rohrisolierung***	***30***	***PSZA+ Sicherheitsdruckbegrenzer***

Anlagenelemente ammoniakbetriebener Kompressionskälteanlagen	
1 Druckschläuche für Ammoniak	*21 LSZA+ Füllstandsüberwachung*
2 Betriebsmäßig nicht absperrbares Ventil	*22 QIA+ Gaskonzentrationsmessung, Übertragung in Prozeßleitwarte*
3 Handregelventil	*23 TI Temperaturmessung, Anzeige vor Ort*
4 Rückschlagventil	*24 TIC Temperaturmessung, Anzeige vor Ort mit selbständiger Regelung*
5 Thermostatisches Expansionsventil	*25 TIZA+ Temperaturmessung, Anzeige vor Ort*
6 Standrohr mit Schwimmer	*26 Boden als Auffangwanne*
7 Drosselventil	*27 Beleuchtung*
8 Schwimmerventil mit Drossel	*28 Lüftungseinrichtung*
9 Füllstandsanzeiger	29 Türen und Tore
10 Sicherheitsventil	

Tabelle 5: Anlagenelemente

Kommentare, Sicherheitshinweise, Stoff- und Handhabungsklassen

Nicht alle arbeits- und umweltschutzrelevanten Informationen konnten über die Zuordnung von Vorschriften und deren Abschnitten in DoSiS in-

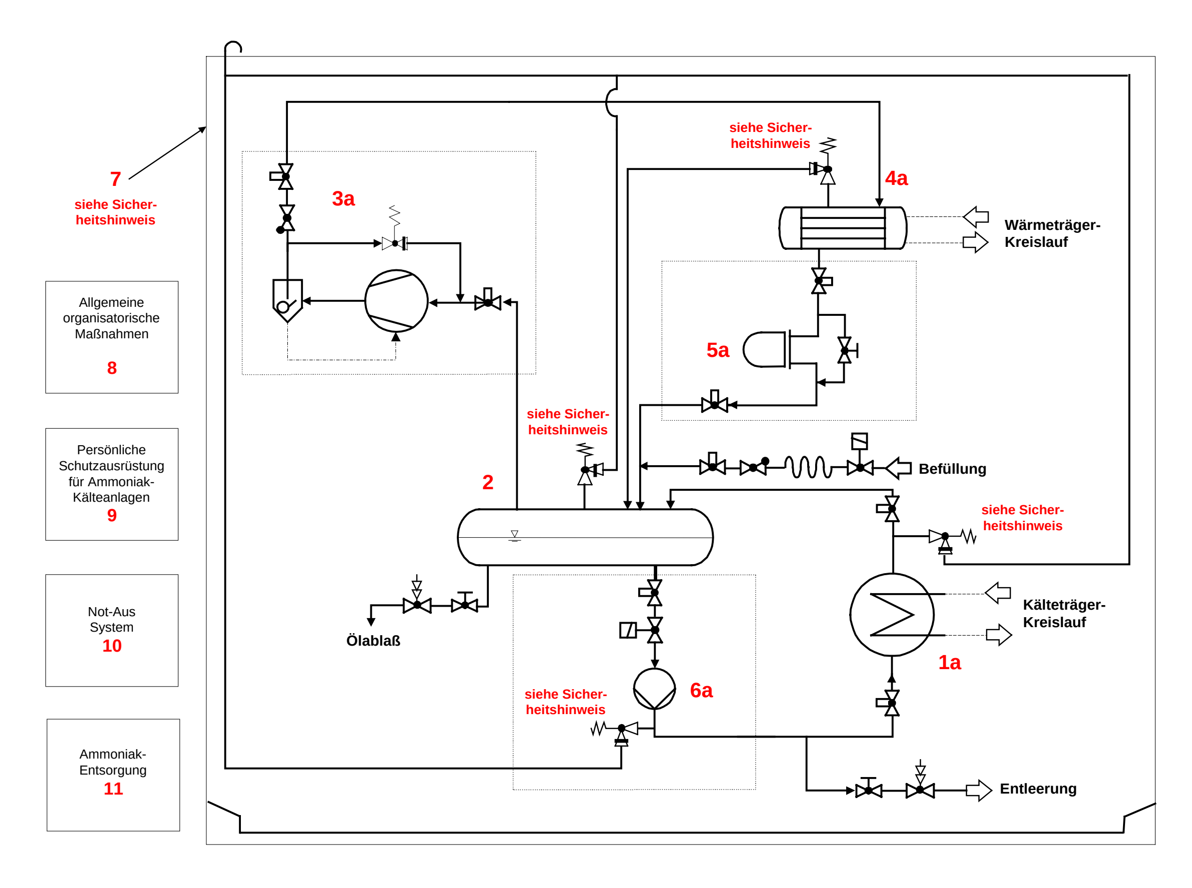


Abbildung 1: Einstufige Ammoniakkälteanlage mit überfluteter Verdampfung

tegriert werden. Dies betrifft insbesondere das Hintergrund- bzw. Erfahrungswissen, das bei anlagenspezifischen Informationen deshalb als Kommentar zur Funktionseinheit abgelegt wurde. Information von grundsätzlicher Bedeutung wurden als Sicherheitshinweis angelegt und dann analog einer Regelwerksverknüpfung den betreffenden Funktionseinheiten zugewiesen. Um den Anwender auf die hinterlegten Hinweise aufmerksam zu machen, wurden Markierungen an den jeweiligen Stellen in die Fließbilder eingefügt, wie Abbildung 1 zeigt.

Neben den sicherheitsrelevanten Informationen zu Beschaffenheit und Betrieb der Anlage wurden auch Stoffdaten und Betriebsparameter hinterlegt. Gaszustand, R-Sätze und Wassergefährdungsklasse wurden im Rahmen der Stoffklasse den Teilanlagen und Funktionsgruppen zugeordnet. Druck- und Temperaturbereiche konnten als Handhabungsklasse nur den Funktionsgruppen zugeordnet werden, da für Teilanlagen letztere nicht vorgesehen war.

C. Darstellungsgrenzen

Die Dokumentation der Anforderungen und Maßnahmen für ammoniakbetriebene Kälteanlagen nach dem Sd(S)T ist in DoSiS nicht unbegrenzt möglich gewesen. Dabei waren es zum einen EDV-technische Realisierungsproblemen, die durch die Parallelentwicklung von EDV und Fachinhalten die Integration der sicherheitsrelevanten Informationen in Laufe des Vorhabens behindert und verzögert haben. Zwar wurden die meisten Fehler und Verbesserungsvorschläge nach und nach behoben bzw. eingearbeitet, dennoch waren bis zuletzt nicht alle erforderlichen Funktionalitäten vorhanden, wie z. B. das Anlegen von Kommentaren oder Handhabungsklassen für Teilanlagen.

Auf der inhaltlichen Ebene existieren grundsätzlich Schwierigkeiten bei der Zuordnung von Informationen, die nicht in einem Anlagenfließbild darstellbar sind. Hierzu zählen ganz besonders die organisatorischen Maßnahmen. Die Freiheiten bei der Festlegung der Gliederungstiefe einer Funktionseinheit und bei deren »eindeutigen« Benennung führten zu weiteren Unstimmigkeiten bei der redundanzfreien Nutzung von Daten anderer Projektnehmer und können die Ursache von Mißverständnissen beim künftigen Anwendner sein.

Da es sich bei den betrachteten Kälteanlagen aber eher um einen abgeschlossene Anlagentyp mit einem weitgehend festgeschriebenen Stand der Technik handelt, ließen sich die meisten Sicherheitsanforderungen auch eher gut abbilden. Eine Ausnahme

stellen die Sicherheitshinweise dar, da sie nicht immer eindeutig der vorgegebenen Struktur unterzuordnen waren.

D. Zielgruppe und Lösungswege zur Ermittlung des Sd(S)T

Die Anwendung von DoSiS unterliegt folgenden Rahmenbedingungen:

- Geeignet für den unerfahrenen Anlagenplaner oder -betreiber, der sich in erster Linie anschaulich über technische Sicherheitsmaßnahmen informieren möchte. Weniger geeignet ist DoSiS bei der Betrachtung von komplexeren oder besonderen Ammoniakkälteanlagen sowie bei engeren Arbeiten am Vorschriftentext. Damit wird eine Expertennutzung eher unwahrscheinlich.

- Die Verantwortung kann nur beim Anwender liegen, da eine Rechtsberatung durch DoSiS nicht gestattet sein wird und bei dem damit verbundenen Haftungsrisiko nicht gewollt sein kann.

- Ein erster Lösungsweg beginnt mit der Auswahl einer Kälteanlage und führt über die zugeordneten Funktionsgruppen zu den problemrelevanten Anlagenelementen. Auf diesem Wege kann der Anwender alle zugewiesenen Vorschriften/Bestimmungen sowie Sicherheitshinweise ermitteln und ggf. über Kommentar und Benennung der Regelwerksbestimmungen vorab den Geltungsbereich überprüfen.

- Ein anderer Lösungsweg sollte eher den Quereinstieg zur gezielten Lösung einzelner Problemstellungen unterstützen. Hierzu kann ebenfalls der FE-Navigator auf Ebene von Funktionsgruppe oder Anlagenelement eingesetzt werden oder eine Begriffssuche in der Schlagwortselektion bzw. dem Filtermanager durchgeführt werden.

Benutzerorientierte Hinweise

Die Art des Umgangs mit einem Dokumentationssystem beim Aufbau der Strukturen und bei der Integration der Fachinhalte unterscheidet sich erfahrungsgemäß deutlich von der Art des Umgangs späterer Endbenutzer mit dem Dokumentationssystem.

Um die Sichtweise und die zu erwartenden Anforderungen der Endbenutzer bereits frühzeitig bei der Gestaltung der Funktionalität des Dokumentationssystems und bei der Integration der Fachinhalte berücksichtigen zu können, wurden diese Aspekte im Rahmen des Teilvorhabens „Benutzerorientierte Hinweise" gezielt betrachtet und entsprechende Anforderungen erarbeitet. Die Erkenntnisse und Hinweise flossen zum größten Teil unmittelbar in die laufende Entwicklung des Dokumentationssystems ein.

Die im Rahmen des Teilvorhabens erarbeiteten Hinweise lassen sich den folgenden Gebieten zuordnen:

- Strukturierung der Dateninhalte
- Datenintegration
- Optimierung der Zugriffsmechanismen und des Benutzerkomforts

A. Strukturierung der Dateninhalte

Bereits die zu Beginn des Vorhabens verfügbare Version der Datenbank (DoSiS Version 5.2) wies einen Entwicklungsstand auf, der durch eine sehr hohe Flexibilität hinsichtlich der Erfassung neuer Fachinhalte gekennzeichnet war.

Diese Flexibilität äußerte sich beispielsweise darin, dass die Funktionseinheiten (Anlagen, Funktionsgruppen und Anlagenelemente) durch eine hierarchische Struktur mit jeweils fünf Gliederungsebenen klasssifiziert und referenziert werden konnten. Diese Struktur entspricht dem Inhaltsverzeichnis eines Buches oder einer Loseblattsammlung.

Eine solche Struktur bietet die Möglichkeit, Fachinhalte sehr fein in Funktionseinheiten zu gliedern und in dieser gegliederten Form in die Datenbank einzugeben. Eine solche Gliederung ist dann verhältnismäßig einfach möglich, wenn der Gesamtumfang des zu gliedernden Inhalts zum Zeitpunkt der Erstellung der Gliederung bekannt oder

mindestens in seinen Grundzügen zu überblicken ist. Im durchgeführten Projekt stellte sich die Situation jedoch anders dar; die Fachinhalte waren fortlaufend zu erarbeiten und in die Datenbank zu integrieren, so dass auch die hierarchische Gliederungsstruktur der Datenbank fortlaufend nachgeführt werden musste.

Um die absehbaren Schwierigkeiten, die mit dieser Herangehensweise verbunden sind, begrenzen zu können, wurde angeregt, zum einen – basierend auf einem Mindestumfang an Fachinhalten – Regeln zur Vergabe von Klassifikationsbegriffen aufzustellen und für alle Projektbeteiligten verbindlich festzuschreiben, zum anderen – ausgehend von der problemorientierten Sicht des späteren Endbenutzers – nutzerorientierte Suchstrategien zu definieren und durch entsprechende Recherche-funktionen zu unterstützen, die auch bereits bei der Integration der Fachinhalte nutzbar sein sollten.

Ein Optimierungsbedarf zu folgenden Aspekten wurde bereits zu Beginn des Projekts herausgearbeitet und beschrieben:

- Begriffliche Übereinstimmung von Funktionseinheiten (FE) in Fließbildern und Strukturindex
- Hierarchische Einordnung von FE mit hinterlegten Informationen
- Zuordnung organisatorischer Maßnahmen
- Abgrenzung zwischen Funktionsgruppen (FG) und Anlagenelementen (AE)
- Unabhängigkeit der FE einer Abstraktionsebene voneinander (zwecks Vermeidung redundanter Daten)

Bezüglich der Anwendung und Vergabe von Klassifikatoren wurden einige Grundregeln bezüglich der Begriffswahl, der Vermeidung von Überschneidungen und zur Einhaltung des Abstraktionsniveaus vorgeschlagen. Bezüglich der Strukturierung wurden zudem folgende weiterführenden Regeln vorgeschlagen

- Strukturierung von FE:
  FE mit hinterlegten Informationen auf der untersten belegten Strukturierungsebene
  => übergeordnete Ebenen dienen zur Strukturierung und Hinführung
- Organisatorische Maßnahmen:
  FE-spezifische Maßnahmen (Betriebsanweisungen, Prüfpflichten, Unterweisungen etc.) der jeweiligen FE zuordnen;
  FE-unspezifische, anlagenübergreifende Maßnahmen (Alarm- und

Gefahrenabwehrpläne, Information der Öffentlichkeit etc.) als eigene Funktionseinheiten anlegen

- Beschränkung der Dokumentationstiefe (Normen) auf Abschnitts- bzw. Paragraphenebene; i. d. R. genügt Kapitelebene

Die Vorschläge zur Regelung der Klassifikation wurden zum Teil übernommen und umgesetzt, so zum Beispiel im Hinblick auf die Darstellung oganisatorischer Sicherheitsmaßnahmen in der Datenbank. Eine generelle Regelung zur Anwendung und Vergabe von Klassifikatoren konnte nicht herbeigeführt werden. Die Vorschläge bezüglich nutzerorientierter Recherchefunktionen hingegen wurden weitgehend übernommen und implementiert; eine detailliertere Darstellung hierzu findet sich weiter unten.

Die Vermeidung von Redundanz ist ein wesentlicher Vorteil, der durch die Anwendung relationaler Datenbanken unterstützt wird. Bezogen auf die Datenbank DoSiS bedeutet Redundanz zum einen mehrfache Dateneinträge (z. B. mehrmalige Aufnahme und Beschreibung des gleichen Anlagenelements an verschiedenen Stellen), zum anderen redundante Strukturen (vergleichbar inhaltlich nahezu identischer Beiträge an verschiedenen Stellen in einem Loseblattwerk).

Bedingt durch die parallele Erarbeitung und Integration der Fachinhalte durch mehrere Arbeitsgruppen trat neben den beiden beschriebenen Formen der Redundanz auch vorübergehend die Situation auf, dass gleichen Primärschlüsseln in den Arbeitsgruppen unterschiedliche Einträge zugeordnet wurden. Diese Mehrdeutigkeit wurde bei der Datenzusammenführung weitgehend automatisiert bereinigt.

Der Aufwand zur Beseitigung der vorerwähnten Formen der Redundanz hingegen wurde durch die Projektleitung als so hoch veranschlagt, dass auf eine Bereinigung im Rahmen des Vorhabens zunächst verzichtet wurde.

B. Datenintegration

Die Datenintegration erfolgte in paralleler Bearbeitung durch mehrere Projektgruppen und kontinuierlich über die Projektlaufzeit hinweg. Eine klare Trennung zwischen Strukturierung (siehe oben) und Datenintegration war bei dieser Form der Bearbeitung nicht möglich, da in jeder Projektgruppe – ausgehend vom Grundgerüst der in der Anfangsversion der Datenbank bereits enthaltenen Struktur – das Gerüst individuell und passend zum jeweils betrachteten Anlagentyp Zug um Zug erweitert wurde.

Diese Vorgehensweise erschien durch die Randbedingungen der Projektabwicklung geboten. Als Nachteil ergab sich hieraus jedoch, dass die inhaltliche und begriffliche Konsistenz der entstehenden Datenbank nur in beschränktem Umfang durch übergeordnete Vorgaben zu steuern war.

Die vor diesem Hintergrund herausgearbeiteten Optimierungsansätze bezüglich der Datenintegration betrafen unter anderem folgende Aspekte:

- Allgemeingültigere Bezeichnungen für Funktionseinheiten, insbesondere für AE
- Spezifizierung relevanter Anforderungen über Kommentare zu Regeln/Normen
- Berücksichtigung übergreifender organisatorischer Anforderungen in der FG „Allgemeine organisatorische Maßnahmen“
  => Grundpflichten gem. StörfallV
  => Erweiterte Pflichten gem. StörfallV
  => Grundpflichten Arbeitssicherheit

C. Optimierung der Zugriffsmechanismen und des Benutzungskomforts

Das Wissen eines Endbenutzers über die Inhalte der Datenbank DoSiS entspricht ungefähr dem Wissen des Neuerwerbers einer Loseblattsammlung über deren Inhalt. Daher ähneln sich auch die Herausforderungen beim Umgang mit dem jeweiligen Informationswerkzeug:

Der Benutzer erwartet bei der Verwendung des Informationswerkzeugs Antworten auf eine Frage, die er zunächst in seiner eigenen Sprache formuliert hat. Sowohl die Wortwahl (Semantik) als auch die Art des Aufbaus der Frage (Syntax) unterscheiden sich typischerweise zunächst von denjenigen des Informationswerkzeugs. Der Nutzer muss daher an die Sprache des Informationswerkzeugs herangeführt werden; hierfür müssen ihm geeignete Suchstrategien verfügbar gemacht werden.

Bezogen auf die Datenbank DoSiS bedeutet dies zum Beispiel:

Der Nutzer benötigt eine Informationen über einen Sachverhalt, wobei er annimmt, dass in DoSiS eine Funktionseinheit enthalten ist, die dem Sachverhalt entspricht und der die gesuchte Information zugeordnet ist.

A priori ist dem Nutzer weder bekannt, ob eine solche Funktionseinheit existiert, noch, unter welcher Bezeichnung diese in der Datenbank abgelegt ist und welcher Klasse (Teilanlage, Funktionsgruppe, Anlagenelement) diese Funktionseinheit zugeordnet wurde.

Folgender Lösungsweg wurde für diese Aufgabenstellung erarbeitet:

- Dem Benutzer wird ein alphabetischer, eindimensionaler Begriffsindex angeboten, der aus allen in der Datenbank enthaltenen FE generiert wird.
- Der Index erlaubt den direkten Sprung zur Anzeige der jeweiligen Funktionseinheit.
- Zur Verbesserung der Suchgenauigkeit werden Filterfunktionen angeboten.
- Möglichkeit zur Sortierung der Schlagwortliste nach Bezeichnung und Klasse

Der Lösungsweg wurde bei der Fortschreibung des Datenbanksystems Zug um Zug realisiert, wobei auch mehrfach eine Verbesserung der Präsentationsform angeregt und erzielt wurde (z. B. im Hinblick auf die leichtere Erfassbarkeit/Lesbarkeit der Einträge).

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass die Arbeiten des Teilprojekts „Nutzerorientierte Anwendungshinweise“ größtenteils in die kontinuierliche Verbesserung der Datenbank eingeflossen sind und zu einem anwenderorientierten Gesamtbild des Endprodukts beigetragen haben.

Umweltforschungsplan
Des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Anlagensicherheit
Forschungsbericht 297 48 903/03

"Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik für sicherheitstechnisch bedeutsame Industrieanlgen"

Teilvorhaben

Anlagen zur Lagerung und Umschlag von Flüssiggas

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Labor II.41, Konstruktiver Explosionsschutz für Gase; Acetylenanlagen
Labor III.22, Lagertanks; Tanklager

Im Auftrag des Umweltbundesamtes
Dezember 1999

Berichts-Kennblatt

<table>
<tr><td>1. Berichtsnummer
UBA-FB</td><td>2.</td><td>3.</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Titel des Berichts
Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik
Teilvorhaben: Anlagen zur Lagerung und Umschlag von Flüssiggas</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5. Autor(en), Name(n), Vorname(n)
Dr. Grätz, R.; Dr. Schmidt, D.; Dr. Schalau, B.</td><td>8. Abschlussdatum
Dezember 1999</td></tr>
<tr><td>9. Veröffentlichungsdatum</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)

Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM)
Labor II.41, Konstruktiver Explosionsschutz für Gase; Acetylenanlagen
Labor III.22, Lagertanks; Tanklager

D-12200 Berlin</td><td>10. UFOPLAN-Nr.
297 48 903 / 03</td></tr>
<tr><td>11. Seitenzahl
18</td></tr>
<tr><td>12. Literaturangaben</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)

Umweltbundesamt

Bismarckplatz 1
14193 Berlin</td><td>13. Tabellen und Diagramme
2</td></tr>
<tr><td>14. Abbildungen
3</td></tr>
<tr><td colspan="2">15. Zusätzliche Angaben
Verbundforschungsvorhaben mit sechs Teilvorhaben</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">16. Kurzfassung

Im Rahmen des FE-Vorhabens wurde das Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik (DOSIS) durch das Teilvorhaben „Anlagen zur Lagerung und Umschlag von Flüssiggas“ erweitert. Anhand von relevanten Gesetzen, Verordnungen, Technischen Regeln usw. und den Erfahrungen aus der Begutachtung von Flüssiggasanlagen wurden die sicherheitstechnischen Anforderungen entsprechend dem vorgegebenen Datenbankmodell dokumentiert. Hierzu wurde eine spezifische Vorgehensweise entwickelt, um die komplexen Anlagenkonzepte für die Eingabe in das Dokumentationsystem zu systematisieren.
Auf die Anwendungsgrenzen des Dokumentationssystems, die erforderlichen Folgearbeiten zum inhaltlichen und informationstechnischen Abgleich aller Teilprojekte und die Notwendigkeit der Aktualisierung der Datenbank unter dem Gesichtspunkt der in nahen Zukunft zu erwartenden europäischen Harmonisierung der sicherheitsrelevanten Vorschriften ist hingewiesen worden.</td></tr>
<tr><td colspan="3">17. Schlagwörter
Sicherheitstechnik, Störfallverordnung, Anlagensicherheit, Datenbank</td></tr>
<tr><td>18. Preis</td><td>19.</td><td>20.</td></tr>
</table>

Report Cover Sheet

1. Report-No UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Documentation System of Best Available Techniques for Loss Prevention Project: Storage and Handling of Liquified Petroleum Gas		
5. Author(s), Family Name(s) Dr. Grätz, R.; Dr. Schmidt, D.; Dr. Schalau, B.		**8. Report Date** **9. Publication Date**
6. Performing Organisation (Name, Address) Federal Institute für Materials Research and Testing Laboratory II.41 " Constructive Explosion Protection for Gases; Acetylene Plants and Laboratory III.22 "Storage Tanks; Tank Farms" D-12200 Berlin		**10. UFOPLAN-Ref. No.** 297 48 903 / 03 **11. No. of Pages** 18 **12. No. of References**
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) Bismarckplatz 1 14193 Berlin		**13. No. of Tables, Diagrams** 2 **14. No. of Figures** 3
15. Supplementary Notes Combined research and development project (six projects)		
16. Abstract The research project "Documentation System of best Available Techniques for Loss Prevention (DOSIS)" has been extended by the part „Storage and Handling of Liquified Petroleum Gas". The pre-determined database comprises the relevant laws, regulations, technical rules etc. and the experience obtained by examining liquified petroleum gas installations. A specific procedure has been developed in order to systematize the complex plants for input into the Documentation System. It refers to the application limits of the Documentation System, the necessary development work and the necessity of updating (European harmonization of the relevant safety rules).		
17. Keywords Safety engineering, Hazardous Incident Ordinance, plant safety, Best Available Techniques, Loss Prevention, Databank		
18. Price	**19.**	**20.**

Inhaltverzeichnis

Einleitung

Im Rahmen des FE-Vorhabens sollte das Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik (DOSIS) weiterentwickelt werden. Die Grundlagen dazu sind im allgemeinen Teil des Verbundforschungsvorhabens dargestellt, so dass im folgenden nur auf spezielle Aspekte der Flüssiggaslagerung eingegangen wird. Außer den relevanten Gesetzen, Verordnungen, Technischen Regeln usw. werden auch die Erfahrungen aus der Begutachtung von Anlagen und damit die in der Praxis bewährten sicherheitstechnischen Lösungen berücksichtigt.

Entsprechend der vorgegebenen Datenbankstruktur erfolgte die Gliederung der Anlagenkonzeptionen bestehender Flüssiggasanlagen in Teilanlagen, Funktionsgruppen und Anlagenelemente und deren Verknüpfung mit den relevanten sicherheitstechnischen Anforderungen.

Im vorliegenden Teilbericht wird die Methodik zur Strukturierung der Flüssiggasanlagen dargestellt, die Erfahrungen mit dem Dokumentationssystem DOSIS diskutiert und Vorschläge zur weiteren Entwicklung des Systems unterbreitet.

Flüssigaslagerung

Ausgehend von der in Deutschland üblichen Praxis zur Lagerung und zum Transport von Flüssiggas wurden die zu behandelnden Anlagenvarianten ausgewählt (vgl. Abb. 1).

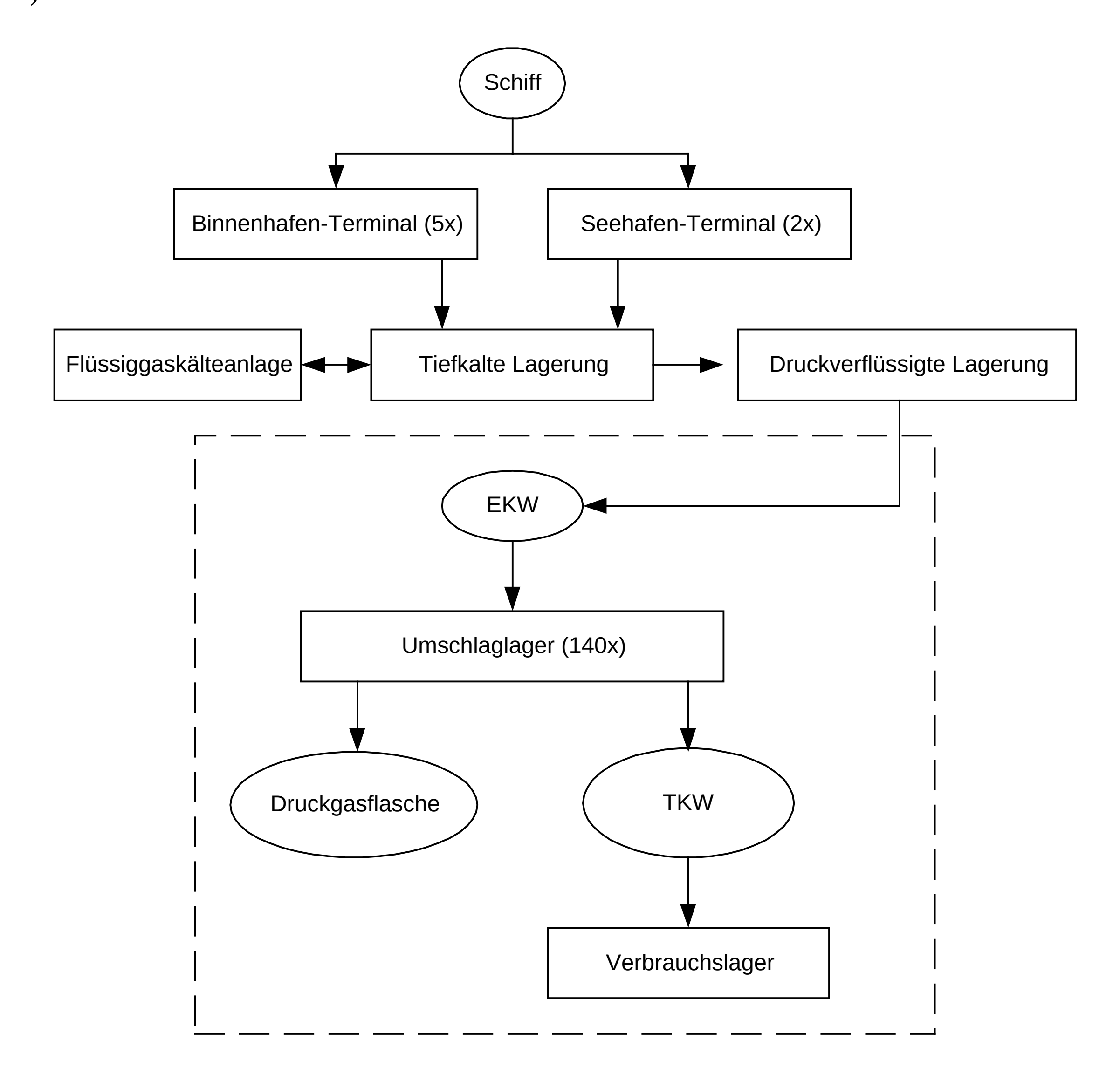


Abb.1: Lagerung und Transport von Flüssiggas in Deutschland

Das Flüssiggas wird im wesentlichen per Schiff angeliefert und in Deutschland in 2 Seehafenterminals und 5 Binnenhafenterminals umgeschlagen. Gelagert wird das Flüssiggas zunächst tiefkalt und dann druckverflüssigt. Der Weitertransport erfolgt mit Eisenbahnkesselwagen (EKW) zu den ca. 140 Umschlaglägern und von dort mit Straßentankwagen in die entsprechenden Verbrauchsläger bzw. in Druckgasflaschen zu den Endverbrauchern.

Zur Errichtung und zum Betrieb der wenigen Binnenhafen- bzw. Seehafenterminals

sind spezifische sicherheitstechnische Problemstellungen zu beachten, die aber für den überwiegenden Teil der Benutzer des Dokumentationssystems nicht von Interesse sind.

Aufgrund der Vielzahl der Umschlag- und Verbrauchsläger wurden daher diese für die Implementierung in das Dokumentationssystem ausgewählt.

Grundlage für die Festlegung der **Teilanlagen** ist die Unterteilung der Lagerbehälter nach dem Fassungsvermögen und der Entnahmeart entsprechend der TRB 801 Nr. 25 Anlage unter Berücksichtigung weiterer Technischer Regeln und Unfallverhütungsvorschriften.

Daraus resultieren die im Anhang 1 aufgeführten 12 Teilanlagen. Durch diesen pragmatischen Ansatz können die unterschiedlichen sicherheitstechnischen Anforderungen aus den Regelwerken sehr gut in der Datenbankstruktur integriert werden.

Für die Definition der **Funktionsgruppen** im Dokumentationssystem werden die in der Druckbehälterverordnung und den zugehörigen Technischen Regeln verwendeten Begriffsbestimmungen und Abgrenzungen für die einzelnen Komponenten einer Anlage wie z. B. Behälter, Rohrleitung, Füllanlage herangezogen (vgl. Abb. 2). Das Zurückgreifen auf bekannte begriffliche Definitionen macht die Datenbankstruktur für den Nutzer transparent.

Maßnahmen und Einrichtungen, die in der gesamten Flüssiggasanlage wirksam sind, werden in weiteren Funktionsgruppen erfaßt. Dies sind z. B. die organisatorischen Maßnahmen (Betriebsanweisungen, Alarm- und Gefahrenabwehrplan) oder auch in einigen Teilanlagen die Gaswarn- und Brandmeldeanlagen. Im Anhang 2 sind alle für die Beschreibung der Flüssiggasanlagen verwendeten 67 Funktionsgruppen aufgeführt.

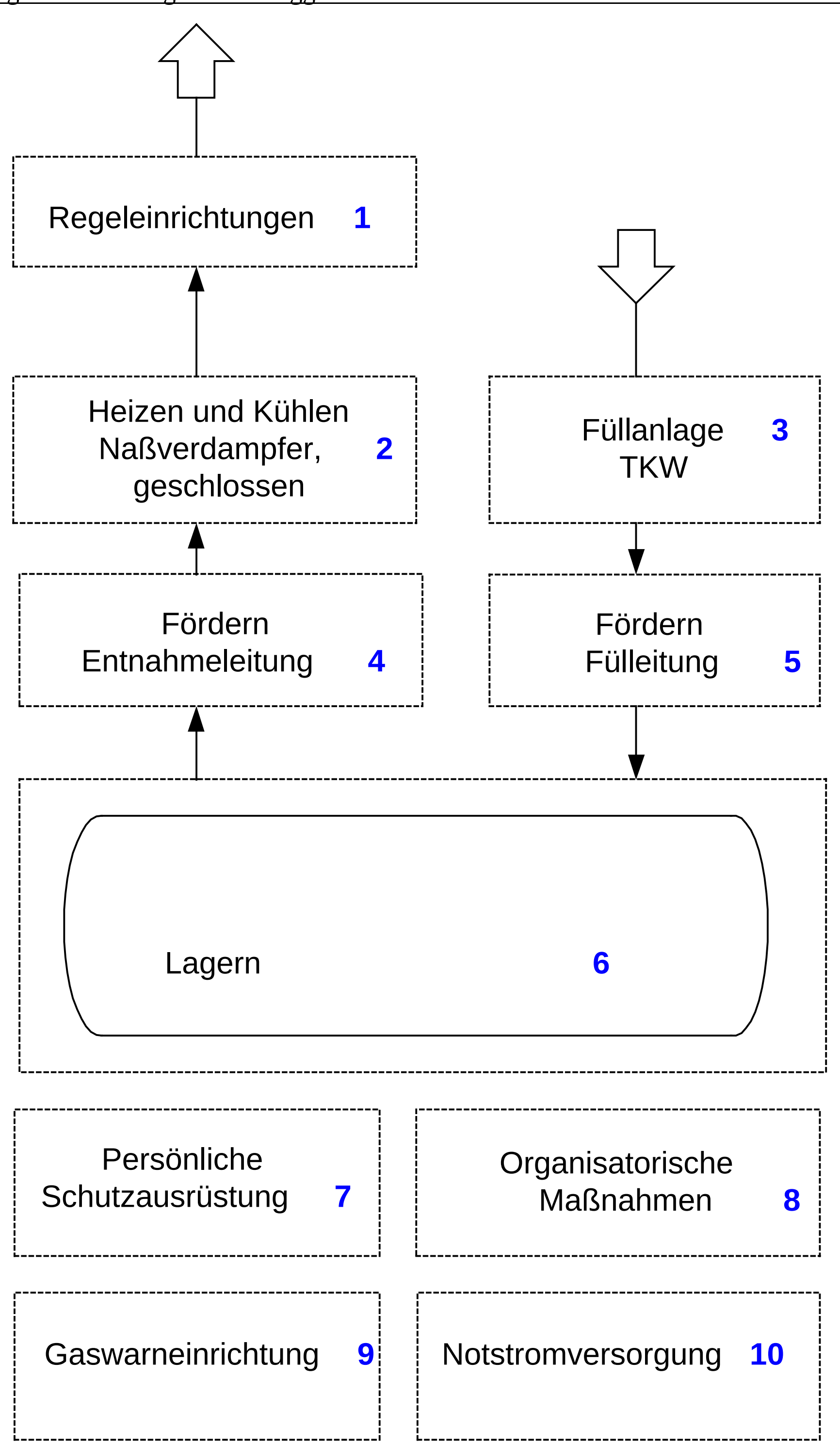


Abb. 2: Funktionsgruppen einer Flüssiggasanlage (Beispiel)

Unter Verwendung der vorgegebenen Datenbankstruktur setzt sich eine Funktionsgruppe aus Anlagenelementen zusammen (vgl. Abb. 3). Die Anzahl der Anlagenelemente ist abhängig von den verfahrenstechnischen und sicherheitstechnischen Anforderungen und variiert bei den betrachteten Funktionsgruppen zwischen 1 und 23.

In den Fließbildern der Funktionsgruppen sind die Schnittstellen zu anderen Funktionsgruppen aufgeführt, wobei auf die Darstellung der MSR-technischen Verknüpfung aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet worden ist. Die entsprechenden Anforderungen an die MSR-Technik ist den zugeordneten Technischen Regeln zu entnehmen.

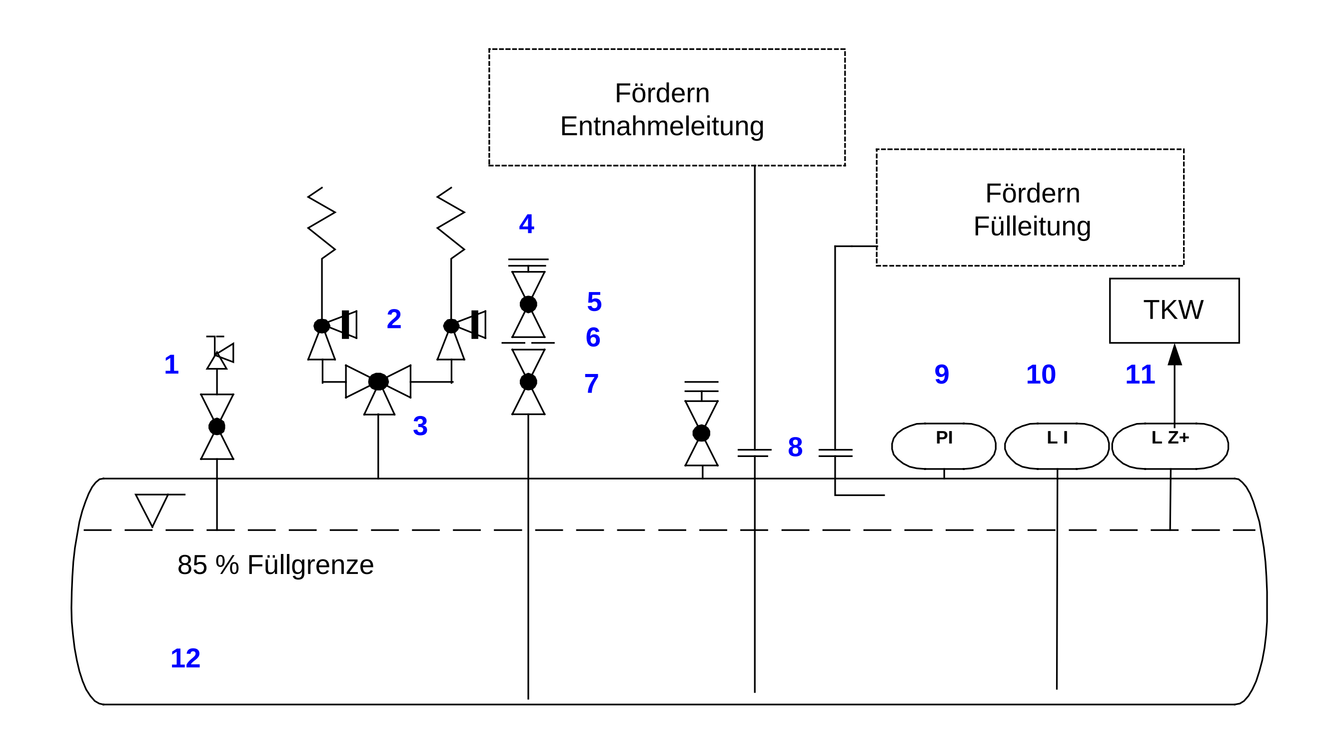


Abb. 3: Beispielhafte Anlagenelemente einer Funktionsgruppe

Implementierung von Flüssiggaslageranlagen in das Dokumentationssystem zum Standes der Sicherheitstechnik

Für die Anwendung des Dokumentationssystems können hinsichtlich der Anlagen zur Lagerung und Umschlag von Flüssiggas die folgenden Zielgruppen genannt werden:

- ⇨ Betreiber einer sicherheitstechnisch relevanten Anlage, die nicht über eigenständige Organisationseinheiten zur Bearbeitung sicherheitstechnischer Probleme verfügen, aber Informationen zum Stand der Sicherheitstechnik, z. B. bei Genehmigungsverfahren oder geplanten Änderungen der Anlage, benötigen.
- ⇨ Anlagenerrichter, die für die Planung einer sicherheitstechnisch relevanten Anlage den Stand der Sicherheitstechnik berücksichtigen müssen.
- ⇨ Genehmigungs- und Überwachungsbehörden, die beurteilen müssen, ob der Stand der Sicherheitstechnik in der Anlagenkonzeption berücksichtigt worden bzw. noch gegeben ist. Daraus leitet sich dann die Genehmigungsfähigkeit oder die Notwendigkeit einer Nachrüstung ab.
- ⇨ Für Sachverständige kann das Dokumentationssystem die Einarbeitung in neue Themengebiete erleichtern.

Die potentiellen Nutzer des Systems müssen allerdings berücksichtigen, dass die Vollständigkeit des Sicherheitskonzeptes für eine spezielle Anlage nicht garantiert werden kann, da zur Beurteilung einer konkreten Anlage auch die umgebungsbedingten Gefahrenquellen und das zu schützende Umfeld der Anlage zu berücksichtigen sind. Diese Informationen können nicht in einer allgemeingültigen Form mit dem Datenbanksystem erfaßt werden, sondern sind immer über eine Einzelbetrachtung der realen örtlichen Gegebenheiten zu ermitteln.

Durch die in den letzten Jahren erfolgte Fortschreibung der Technischen Regeln insbesondere der TRB 801 Nr. 25 Anlage, ausgewählter VBG-Schriften (z. B. VBG 61 „Gase“) und einiger Erlasse auf Länderebene ist der Stand der Sicherheitstechnik für Flüssiggasanlagen im wesentlichen dokumentiert. Die darin enthaltenden Anforderungen an die Anlagenkonzeption sind im Dokumentationsystem abgebildet worden.

Die bei der Beschreibung der Zielgruppen genannten Anwendungsmöglichkeiten des Informationssystems zielen auf die Dokumentation grundlegender sicherheitstechni-

scher Anforderungen für die zu beurteilende bzw. zu erstellende Anlagenkonzeption.

Informationen zu Auslegung, Ausrüstung und Betrieb einzelner Anlagenteile sind im Dokumentationssystem enthalten, hingegen Aussagen zur Qualität der Behälterwerkstoffe oder der Schrauben nicht. Solche weiterführenden Angaben können entsprechend der vorliegenden Fragestellung aus den im Dokumentationssystem enthaltenen Verweisen ermittelt werden.

Es wurde auf die Einbeziehung von landesspezifischen Bestimmungen und Verordnungen (z. B. Ländererlasse zur Flüssiggaslagerung, Landesbauordung, usw.) verzichtet. In den Ländererlassen zur Flüssiggaslagerung werden im wesentlichen die gleichen sicherheitstechnischen Anforderungen aufgestellt, wie in den Technischen Regeln, speziell die TRB 801 Nr. 25, Anlage. Der systematische Aufbau der Erlasse weicht aber deutlich von dem der Technischen Regeln ab. In der vorliegenden Konzeption der Datenbank ist es nicht möglich, die eingegebenen Technischen Regeln mit den entsprechenden länderspezifischen Anforderungen zu verknüpfen (Verknüpfung zwischen Technischer Regel und Technischer Regel). Daher wäre es erforderlich, die Erlasse der Bundesländer separat in die Datenbank zu integrieren. Die Einbeziehung der Informationen aus den Ländererlassen würde die vorzuhaltende Datenmenge vervielfachen ohne den sicherheitsbezogenen Informationsgehalt für die Zielgruppen wesentlich zu verbessern.

Bei der systematischen Dokumentation der Flüssiggasanlagen wurde festgestellt, dass die Anforderungen an die Funktionsgruppen und Anlagenelemente für die zu implementierenden Teilanlagen sehr spezifisch sind. Deshalb blieben Synergieeffekte hinsichtlich der Verwendung von Funktionselementen anderer Projektteilnehmer gering.

Innerhalb des Verbundvorhabens wurden unterschiedliche Wege zur Strukturierung der spezifischen Anlagen eingeschlagen. Daraus resultieren Differenzen in der Zuordnung von Teilen der betrachteten Anlage als Funktionsgruppe oder als Anlagenelement. Darüber hinaus ist festzustellen, daß auch innerhalb der Systematik der Funktionsgruppen bzw. Anlagenelemente Doppellungen entstanden sind. Vorgeschlagen wird eine fachliche Überprüfung der im System vorgehaltenen Datenbestände auf inhaltliche und informationstechnische Homogenität.

Die Implementierung der entsprechend der Datenbankstruktur aufbereiteten sicherheitsrelevanten Informationen gestaltete sich zunächst schwierig. Insbesondere

in der Anfangsphase des Projektes traten mit den unter Access generierten Eingabemasken eine Reihe von Fehlermeldungen auf, die nachvollziehbar dokumentiert wurden.

Die Eingabe, das Handling und die Ausgabe der strukturierten Daten war umständlich und führte zu Verzögerungen in der Projektbearbeitung. Erst mit dem Wechsel zu einer anderen Benutzeroberfläche (Navigatorprinzip) verbesserte sich das Laufzeitverhalten wesentlich.

Das Dokumentationssystem stellt dem Nutzer Informationen zum Stand der Sicherheitstechnik von Flüssiggaslageranlagen zur Verfügung, die im wesentlichen aus dem Regelwerk abgeleitet werden. Diese Art der Abbildung bedingt, dass die sicherheitstechnischen Anforderungen an Funktionsgruppen immer im Zusammenhang mit der dazugehörigen Teilanlage zu sehen sind.

Zukünftig ist im Zuge der europäischen Harmonisierung der sicherheitsrelevanten Vorschriften mit umfangreichen Änderungen der derzeitig gültigen gesetzlichen Grundlagen zu rechnen. Dieser Umstand erfordert schon bald ein Datenupdate zur Dokumentation der neuen regelungstechnischen Bezüge um die Akzeptanz des Informationssystems bei den Nutzern zu erhalten.

Die verwendete Datenbankstruktur ermöglicht prinzipiell eine Aktualisierung des im System erfaßten Technischen Regelwerks, wobei für eine rationelle Durchführung eines Updates sowie für eine geeignete Verifizierung noch Module zu entwickeln sind.

Zusammenfassung

Im Rahmen des FE-Vorhabens wurde das Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik (DOSIS) durch das Teilvorhaben „Anlagen zur Lagerung und Umschlag von Flüssiggas“ erweitert. Anhand von relevanten Gesetzen, Verordnungen, Technischen Regeln usw. und den Erfahrungen aus der Begutachtung von Flüssiggasanlagen wurden die sicherheitstechnischen Anforderungen entsprechend dem vorgegebenen Datenbankmodell dokumentiert.

Entsprechend den Anforderungen des Forschungsvorhabens wurde eine spezifische Vorgehensweise entwickelt, um die komplexen Anlagenkonzepte für die Eingabe in das Dokumentationsystem zu systematisieren.

Die Zielsetzung des Teilforschungsvorhabens konnte innerhalb der zeitlichen und finanziellen Rahmenbedingungen erreicht werden.

Auf die Anwendungsgrenzen des Dokumentationssystems, die erforderlichen Folgearbeiten zum inhaltlichen und informationstechnischen Abgleich aller Teilprojekte und die Notwendigkeit der Aktualisierung der Datenbank unter dem Gesichtspunkt der in nahen Zukunft zu erwartenden europäischen Harmonisierung der sicherheitsrelevanten Vorschriften ist hingewiesen worden.

Anhang 1: Implementierte Anlagen

Anlagenklasse	**Unterklasse**	**Anlagenart**	**Anlagenvariante**	**Variantenspezifikation**	**Nr.**
Lager-, Umschlags- und Konditionierungs-anlagen	Gaslager	Lager für druckverflüssigte brennbare Gase	Fassungsvermögen < 3 t Verbrauchslager	Entnahme aus der Gasphase; Erdgedeckte Aufstellung	1
			Fassungsvermögen < 3 t Verbrauchslager	Entnahme aus der Gasphase; Oberirdische Aufstellung	2
			Fassungsvermögen < 3 t Verbrauchslager mit Verdampfer	Entnahme aus der Flüssigphase; Erdgedeckte Aufstellung	3
			Fassungsvermögen >=30 t < 200 t; Verbrauchslager	Entnahme aus der Gasphase	4
			Fassungsvermögen >=30t < 200t; Umschlaglager	Entnahme Flüssigphase	5
			Fassungsvermögen >=30t < 200t; Verbrauchslager mit Pumpe	Entnahme Flüssigphase	6
			Fassungsvermögen >=3t < 30t; Umschlaglager	Entnahme aus der Flüssigphase; Flaschenfüllanlage	7
			Fassungsvermögen >=3t < 30t; Verbrauchslager	Entnahme aus der Gasphase; Befüllung über Fülleitung	8
			Fassungsvermögen >=3t < 30t; Verbrauchslager	Entnahme aus der Gasphase; Befüllung am Lagerbehälter	9
			Fassungsvermögen >=3t < 30t; Verbrauchslager mit	Entnahme aus der Flüssigphase; geschlossener	10

			Verdampfer	Naßverdampfer	
			Fassungsvermögen >= 200 t; Umschlaglager	Entnahme Flüssigphase	11
			Fassungsvermögen >=3t < 30t; Verbrauchslager mit Verdampfer	Entnahme aus der Flüssigphase; offener Naßverdampfer	12

Anhang 2: Implementierte Funktionsgruppen

Funktionsgruppe	**Obergruppe**	**Untergruppe**	**Varianten-Systemvariante**	**Variantenspezifikation**
Lagern	Gase	Lagern von druckverflüssigten brennbaren Gasen	Fassungsvermögen <3 t; Entnahme aus der Flüssigphase	erdgedeckte Aufstellung
			Fassungsvermögen <3 t; Entnahme aus der Gasphase	erdgedeckte Aufstellung
			Fassungsvermögen <3 t; Entnahme aus der Gasphase	Oberirdische Aufstellung
			Fassungsvermögen >=30 t < 200 t ; Entnahme aus der Gasphase	-
			Fassungsvermögen >=30t < 200t ; Entnahme aus der Flüssigphase	Umschlaglager
			Fassungsvermögen >=30t < 200t ; Entnahme aus der Flüssigphase	Verbrauchslager
			Fassungsvermögen >=30t < 200t ; Entnahme aus der Flüssigphase	Verbrauchslager; Lagerbehälter ohne Sicherheitsventil
			Fassungsvermögen >=3t <	-

			30t ; Entnahme aus der Gasphase	
			Fassungsvermögen >=3t < 30t ; Entnahme aus der Gasphase	mit Füllventil
			Fassungsvermögen >=3t <30t ; Entnahme aus der Flüssigphase	-
Fördern / Umschlagen / Zuteilen	Rohrleitungssysteme für druckverflüssigte brennbare Gase	Entnahmeleitung Flüssigphase	mit fernbetätigbarer Schnellschlußarmatur	Gaswarneinrichtung
			mit fernbetätigbarer Schnellschlußarmatur	Not-Aus-System, Gaswarneinrichtung
			mit handbetätigbarer Absperrarmatur	-
			mit zwei fernbetätigbaren Schnellschlußarmaturen	Umschlaglager
			mit zwei fernbetätigbaren Schnellschlußarmaturen	Verbrauchslager
		Entnahmeleitung, Gasphase	mit Gasentnahmeventil	-
			mit Handabsperrarmatur; DN <= 32	-
		Fülleitung	mit einer fernbetätigbaren Schnellschlußarmatur	-
			mit Handabsperrarmatur; DN	-

			<= 32	
			mit zwei fernbetätigbaren Schnellschlußarmaturen	Umschlaglager
			mit zwei fernbetätigbaren Schnellschlußarmaturen	Verbrauchslager
		Gaspendelleitung	mit zwei fernbetätigbaren Schnellschlußarmaturen	Umschlaglager
			mit zwei fernbetätigbaren Schnellschlußarmaturen	Verbrauchslager
		Rücklaufleitung	mit fernbetätigbarer Schnellschlußarmatur	Umschlaglager < 30 t
			mit zwei fernbetätigbaren Schnellschlußarmaturen	Umschlaglager
			mit zwei fernbetätigbaren Schnellschlußarmaturen	Verbrauchslager
	Komprimieren / Verdichten	Verdichter für brennbare Gase	Flüssiggas	-
	Dosierung und Zuteilung	Abfüllung druckverlüssigter Gase, brennbarer Gase	Füllanlage für Druckgasflaschen	-
			Füllanlage für TKW	-
				Fassungsvermögen >= 200 t
				volumetrische Befüllung
		Füllanlage für Flüssiggaslagerbehälter	Befüllung durch EKW	-
			Befüllung durch TKW	-
			Befüllung durch TKW	Fassungsvermögen >= 30 t < 200 t
			Befüllung durch TKW	Mit Gaspendelleitung

			Befüllung durch TKW	Umschlaglager
			Befüllung durch TKW	Umschlaglager < 30 t
			Befüllung durch TKW	Umschlaglager >= 200 t
	pneumatische und hydraulische Förderung	Seitenkanalpumpe	magnetisch gekoppelt	-
Regeleinrichtungen	Druckregelung	Druckregelung für brennbare Gase	Flüssiggas	
			Flüssiggasanlage < 3t	
Persönliche Schutzausrüstung	Druckverflüssigte Gase	Druckverflüssigte brennbare Gase		
Organisatorische Maßnahmen	Arbeits- und Katastrophenschutz	Flüssiggasanlage	Entnahme aus der Flüssigphase	Mit Füllanlage
			Entnahme aus der Flüssigphase	Mit Füllanlage und Verdichter
			Entnahme aus der Flüssigphase	Mit Verdampfer, Fassungsvermögen < 3 t
			Entnahme aus der Flüssigphase, Umschlaglager >= 200 t	Mit Füllanlage und Verdichter
			Fassungsvermögen < 200t, Entnahme aus der Gasphase	Erdgedeckte Aufstellung
			Fassungsvermögen < 200t, Entnahme aus der Gasphase	Oberirdische Aufstellung
Alarm- und Schutzfunktion	Abfahr- und Abschaltsysteme	Gaswarneinrichtung	Gaswarneinrichtung mit Schutzwirkung innerhalb der	

			Funktionsgruppe	
			Gaswarneinrichtung mit Schutzwirkung innerhalb der Funktionsgruppe und Alarmierung im Meßstand	-
			Gaswarneinrichtung mit Schutzwirkung innerhalb der Funktionsgruppe und Alarmierung im Meßstand	Flüssiggasanlage mit Füllanlage
		Not-Aus-System	Not-Aus-System für Flüssigasanlagen	Umschlaglager < 30 t
				Umschlaglager >= 30 t
				Verbrauchsanlage >= 30 t < 200 t, Gasentnahme
				Verbrauchsanlage >= 30t < 200t, Entnahme Flüssigphase
				Verbrauchsanlage >= 30t < 200t, Entnahme Gasphase
	Alarmierungs- und Meldesysteme	Brandmeldeanlage	automatische Brandmeldeanlage mit Durchschaltung zur Feuerwehr	Flüssiggas
Ver- und Entsorgung	Energie- und Hilfsmittelversorgung	Stromversorgung	Notstromversorgung	Flüssiggaslager
			Notstromversorgung	Flüssiggaslager mit Füllanlage

Heizen und Kühlen	Wärmeaustauschprozesse	Erhitzer / Kondensator flüssig / Gas für tiefe Temperaturen	Verdampfen von druckverflüssigten Gasen	Naßverdampfer für Flüssiggas, geschlossen
				Naßverdampfer für Flüssiggas, offen, beheizt mit Warmwasser
				Naßverdampfer für Flüssiggas, offen, elektrisch beheizt
				Trockenverdampfer für Flüssiggas
Bauwerke und Gebäude / Aufstellungsbereiche	Leitwarte	Meßstand	Flüssiggas	-
		Meßwarte	Flüssiggas	-
Bauwerke und Gebäude	Meteorologische Meßstation	mit Windrichtungsanzeiger	Flüssiggas	-
		mit Windrichtungsanzeiger und Windgeschwindigkeitsmesser	Flüssiggas	-

Weiterentwicklung des »Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik«

Teilvorhaben: Lager von Flüssigkeiten

Vorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes
Vorhabennummer: 204 04 903/04

von
Dipl.-Ing. Sibylle Mayer
RWTÜV Anlagentechnik GmbH
45138 Essen

März 2000

Berichts-Kennblatt

<table>
<tr><td>1. Berichtsnummer
UBA-FB</td><td>2.</td><td>3.</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Titel des Berichts
Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik
Teilvorhaben: Lager von Flüssigkeiten</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5. Autor(en), Name(n), Vorname(n)
Mayer, Sibylle</td><td>8. Abschlussdatum
März 2000</td></tr>
<tr><td>9. Veröffentlichungsdatum</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)
RWTÜV Anlagentechnik GmbH
Kurfürstenstr. 58
45138 Essen</td><td>10. UFOPLAN-Nr.
297 48 903 / 04</td></tr>
<tr><td>11. Seitenzahl
12</td></tr>
<tr><td>12. Literaturangaben</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)
Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin</td><td>13. Tabellen und Diagramme</td></tr>
<tr><td>14. Abbildungen
2</td></tr>
<tr><td colspan="2">15. Zusätzliche Angaben
Verbundforschungsvorhaben mit sechs Teilvorhaben</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">16. Kurzfassung
Im Rahmen dieses Teilvorhabens wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes das Datenbanksystem DoSiS um Informationen zum Stand der Sicherheitstechnik bei der Lagerung gefährlicher Flüssigkeiten mit den Stoffeigenschaften brennbar, toxisch, wassergefährdend erweitert.

Dazu wurden für die Lagerung von gefährlichen Flüssigkeiten in ortsfesten Behältern sowie in ortsbeweglichen Gefäßen verschiedene beispielhafte Sicherheitskonzepte und Ausführungsbeispiele erarbeitet und in dem Datenbanksystem dargestellt.
Alle wesentlichen Hinweise auf zu berücksichtigende Vorschriften und die daraus resultierenden Sicherheitsanforderungen bei der Lagerung von Flüssigkeiten wurden in das Datenbanksystem eingearbeitet. Ferner wurden durch Definition und Zuordnung von Funktionseinheiten und Sicherheitshinweisen beispielhafte Lösungsmöglichkeiten zur Erfüllung dieser Sicherheitsanforderungen aufgezeigt.

Die Sicherheitskonzepte sind in dem Datenbanksystem derart dargestellt, dass der Anwender daraus ohne Schwierigkeiten eine für sein betrachtetes Lager angepasste Sicherheitstechnik entwickeln kann.</td></tr>
<tr><td colspan="3">17. Schlagwörter
Sicherheitstechnik, Störfallverordnung, Anlagensicherheit, Datenbank</td></tr>
<tr><td>18.</td><td>19.</td><td>20.</td></tr>
</table>

Report Cover Sheet

<table>
<tr><td>1. Report-No
UBA-FB</td><td>2.</td><td>3.</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Report Title
Documentation System of Best Available Techniques for Loss Prevention
Project: Storage of liquids</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">5. Author(s), Family Name(s)

Mayer, Sibylle</td><td>8. Report Date

March 2000</td></tr>
<tr><td>9. Publication Date</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">6. Performing Organisation (Name, Address)

RWTÜV Anlagentechnik GmbH
Kurfürstenstr. 58
45138 Essen</td><td>10. UFOPLAN-Ref. No.

297 48 903 / 04</td></tr>
<tr><td>11. No. of Pages

12</td></tr>
<tr><td>12. No. of References</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">7. Sponsoring Agency (Name, Address)

Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency)
Bismarckplatz 1
14193 Berlin</td><td>13. No. of Tables, Diagrams</td></tr>
<tr><td>14. No. of Figures

2</td></tr>
<tr><td colspan="2">15. Supplementary Notes
Combined research and development project (six projects)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">16. Abstract

Within the scope of the part project, the DoSiS database system was amended by information relating to the best available techniques for loss prevention for the storage of hazardous liquids.

For that purpose exemplary safety concepts and operational models for the storage of hazardous liquids in stationary and mobile containers were developed and displayed in the database system.
All major information regarding the applicable regulations and the resulting safety requirements for the storage of liquids were incorporated into the database system. Moreover exemplary solutions for fulfilling these safety requirements were presented by means of defining and allocating functional units and safety instructions.

The safety concepts are presented in the database system in a user-friendly way which enables the user to develop a customised safety system for his own storage facilities.</td></tr>
<tr><td colspan="3">17. Keywords
Safety engineering, Hazardous Incident Ordinance, plant safety, Best Available Techniques,
Loss Prevention, Database</td></tr>
<tr><td>18.</td><td>19.</td><td>20.</td></tr>
</table>

Lager für Flüssigkeiten

1 Aufgabenstellung

Die Aufgabe des Teilvorhabens *Lager für Flüssigkeiten* bestand darin, das Datenbanksystem *DoSiS* um Informationen zum "Stand der Sicherheitstechnik" bei der Lagerung gefährlicher Flüssigkeiten zu erweitern. Dabei sollte der "Stand der Sicherheitstechnik" durch möglichst viele und strukturierte Ausführungsformen der Flüssigkeitslagerung dargestellt werden. Der Anwender des Datenbanksystems wird dadurch in die Lage versetzt, für seine Problemstellungen anhand der entsprechenden Ausführungsvarianten geeignete Lösungen erarbeiten zu können. Durch den Einsatz dieser Datenbank wird ein sehr zeitaufwendiges und dadurch kostenintensives Literaturstudium vermieden oder zumindest erheblich verringert.

2 Grundlagen

Der "Stand der Sicherheitstechnik" bei der Lagerung gefährlicher Flüssigkeiten ist in einer Vielzahl von Vorschriften aus teilweise sehr unterschiedlichen Rechtsgebieten definiert. Zu diesen Rechtsgebieten gehören in erster Linie das Gewerberecht, das Immissionsschutzrecht, das Wasserrecht, das Chemierecht, das Arbeitsschutzrecht und das Baurecht. Die wesentlichen Regelungen für das Lager und die Lagerung von Gefahrstoffen sind in Bild 5.1 zusammengefasst.

Darüber hinaus werden von Fachverbänden oder Normungsinstituten allgemein anerkannte Regeln der Technik, so z. B. DIN, VdS-, VDI- und VDE-Richtlinien und AD-Merkblätter herausgegeben, die bei der sicherheitstechnischen Auslegung von Flüssigkeitslagern berücksichtigt werden müssen.

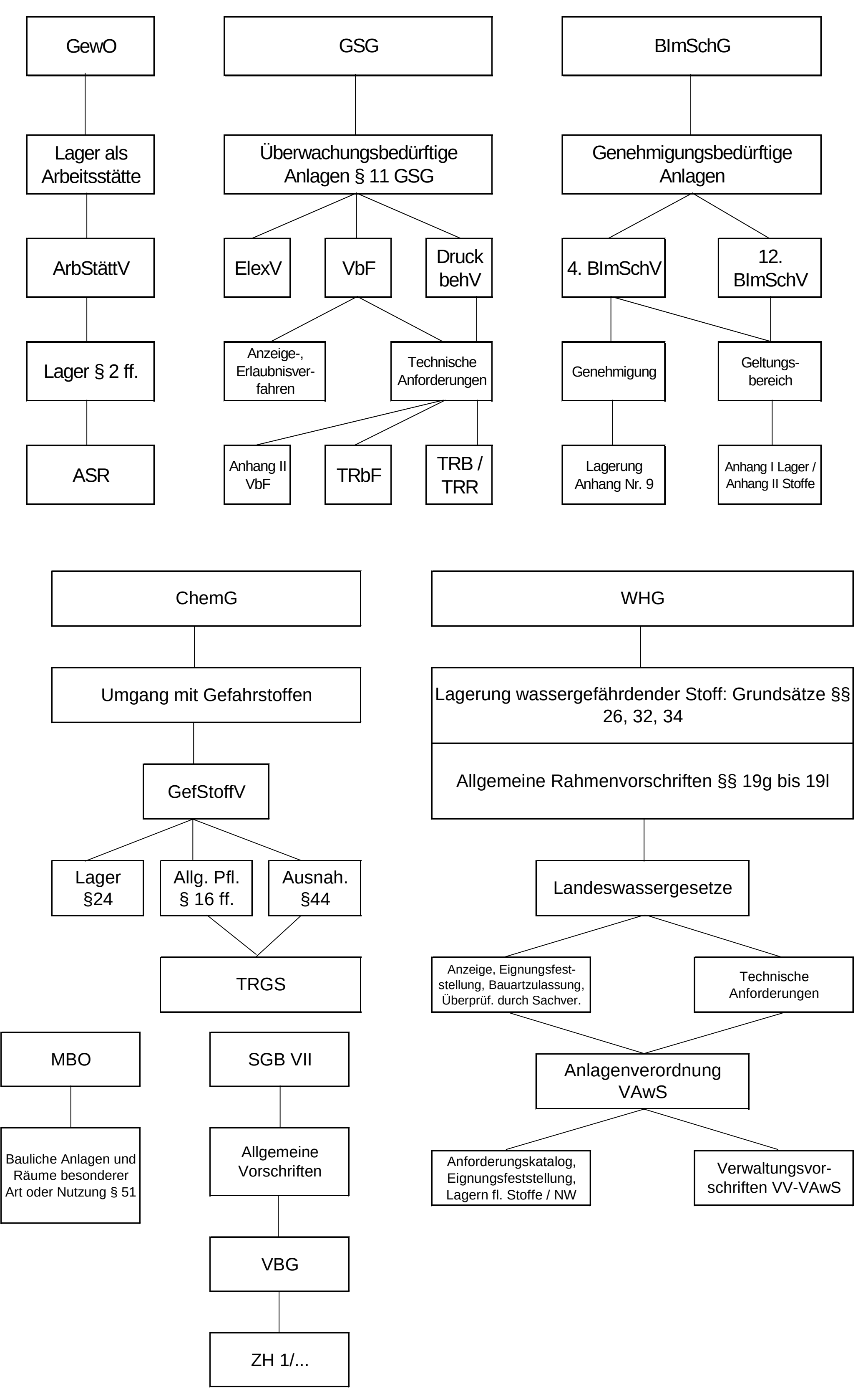


Bild 5.1: Regelung[13] zur Lagerung von Gefahrstoffen nach Leitfaden zur Gefahrstofflagerung des VDSI

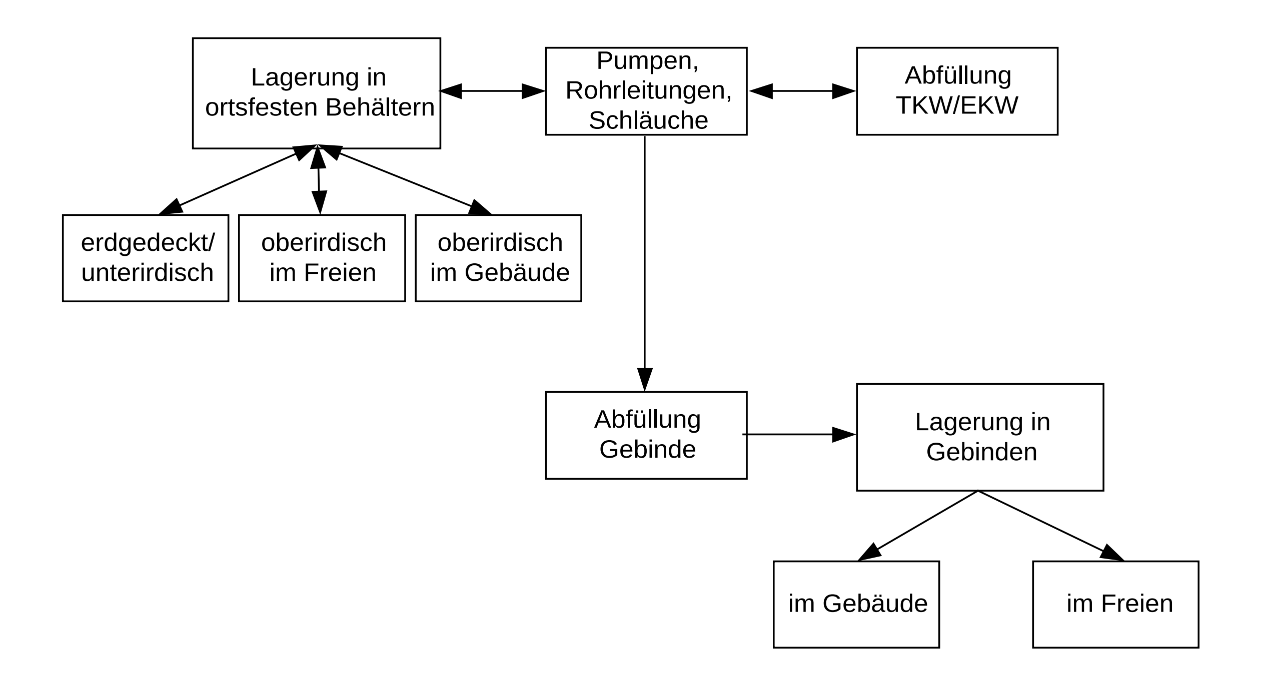
[13] Regelungen sind in der Datenbank enthalten

3 Durchführung des Teilvorhabens

3.1 Vorgehensweise

Lagerung in ortsfesten Behältern

Zur Abgrenzung zum Teilvorhaben *Stückgutlagerung* wird in diesem Teilvorhaben nur die Lagerung in ortsfesten Behältern betrachtet. Die Lagerung in Gebinden wird allerdings insoweit berücksichtigt, wie dies für einen Produktionsbetrieb relevant sein kann



(siehe Abbildung 5.2).

Bild 5.2: Überblick über die berücksichtigten Lagerungsarten

Gefahrstoffeigenschaften

Die Art der Gefahr bei der Lagerung sowie die daraus resultierenden Schutzmaßnahmen werden durch die Eigenschaften der eingelagerten Gefahrstoffe bestimmt. Im Rahmen dieses Teilvorhabens wurden folgende gefährliche Stoffeigenschaften der zu lagernden Flüssigkeiten berücksichtigt:

- brennbar;

- toxisch (Anmerkung: hierunter werden die Stoffe mit den Eigenschaften sehr giftig, giftig, krebserzeugend, fortpflanzungsgefährdend, erbgutverändernd zusammengefasst, d. h. Stoffe mit der Kennzeichnung gemäß GefstoffV als T+ "sehr giftig" und T "giftig“);

- wassergefährdend.

Damit wird bereits der größte Teil der zu lagernden Stoffe erfasst.

Weitere Stoffeigenschaften, wie z. B. brandfördernd oder explosionsgefährlich (hier z. B. organische Peroxide, Stoffe die unter das SprengG fallen) sind bei der Stückgutlagerung von größerer Bedeutung und werden daher in diesem Teilvorhaben nicht berücksichtigt.

Sicherheitskonzepte und betriebliche Randbedingungen

Dem Dokumentationssystem *DoSiS* können anhand von ausgewählten Beispielen Sicherheitskonzepte für die hier untersuchte Lagerung von Flüssigkeiten entnommen werden. Diese Sicherheitskonzepte bilden den "Stand der Sicherheitstechnik" beispielhaft ab. Die betrieblichen Randbedingungen der Anlage, z. B. Lagerstandort, Art der Lagerung, Eigenschaften der gelagerten Stoffe, Stoffmengen oder Lagergröße, lassen sich mit Hilfe der verfahrenstechnischen Abgrenzung von Funktionseinheiten und durch die Festlegung von Attributen (Stoffklasse, Handhabungsklasse, Anlagenstandort) charakterisieren (siehe Kap. 1). Die Darstellung der für diese Randbedingungen erforderlichen technischen und organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen erfolgt über die Definition und Zuordnung geeigneter Funktionsgruppen, Anlagenelemente und Sicherheitshinweise sowie ergänzend über die Zuordnung der sicherheitstechnischen Regeln, Normen und Richtlinien.

Bei der Strukturierung der Datenbank für die Lagerung von Flüssigkeiten wurden die Anforderungen für die Funktionseinheiten allgemeingültig definiert. Würden dagegen Einzelfälle, mit klar festgelegten Randbedingungen und hohem Detaillierungs- und Differenzierungsgrad betrachtet, müsste für jeden dieser Einzelfälle die Funktionseinheit separat eingegeben werden, was zu einem großen Datenbestand in *DoSiS* führen würde. Da allerdings bei sehr vielen Einzelfällen diese Funktionseinheiten identisch sind oder nur geringfügige Unterschiede in den Anforderungen aufweisen, ist eine weitergehende Unterteilung in Einzelfälle bei diesem Teilvorhaben nicht notwendig.

Durch diese allgemeingültige Betrachtungsweise war es im Rahmen der bewilligten Mittel möglich, bei diesem Teilvorhaben hinsichtlich der eingesetzten Stoffeigenschaften und Stoffmengen deutlich umfangreichere Anlagenauslegungen zu erfassen, als dies bei Einzelfallbetrachtungen möglich gewesen wäre.

Die Funktionseinheiten einschließlich der erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen wurden in die Datenbank so eingearbeitet, dass der Anwender für sein betrachtetes Lager ohne Schwierigkeiten eine angepasste Sicherheitstechnik entwickeln kann. Es sind bei den Funktionseinheiten lediglich einige fallspezifische Anpassungen vorzunehmen, so bleibt z. B. die Anforderung an den Explosionsschutz aus der VbF bzw. ExRL unberücksichtigt, sofern keine brennbaren Flüssigkeiten gehandhabt werden.

Aufgrund der Vielzahl verschiedener, im Sinne des "Stands der Sicherheitstechnik" gleichwertiger Möglichkeiten, konnten konkrete Festlegungen an die Ausführung von Anlagen und Komponenten in der Datenbank *DoSiS* nur beispielhaft erfolgen. Die hier dargestellten Funktionseinheiten (Teilanlagen, Funktionsgruppen und Anlagenelemente) basieren auf verschiedenen, für die chemische Industrie typischen Lageranlagen für Flüssigkeiten.

Weiterhin ist zu bedenken, dass der "Stand der Sicherheitstechnik" nicht festgeschrieben ist, sondern einer Weiterentwicklung unterliegt. Die Fortschreibung des "Standes der Sicherheitstechnik" kann z. B. durch neue Anwendungsbereiche, durch neue Kombinationen von Verfahrensstufen oder durch Ergänzung von bestehenden Systemen erfolgen. Hier bietet der o. g. Ansatz der allgemeingültigen Darstellung gegenüber der Einzelfallbetrachtung einen Vorteil. Bei der Einzelfallbetrachtung würden nur genau die gesetzlichen Bestimmungen, Vorschriften oder Richtlinien herangezogen, die für das jeweilige Lager gültig sind. Die daraus abgeleiteten Festlegungen der Sicherheitstechnik gelten dann nur für die ganz spezifischen Randbedingungen des jeweiligen Lagers, so z. B. für die gelagerte Stoffmenge. Werden nun die Einteilungskriterien oder die Systematik in den gesetzlichen Regelwerken geändert, so kann dies dazu führen, dass viele im Datenbanksystem hinterlegte Einzelfälle vollständig überarbeitet werden müssen. Bei der allgemeingültigen Darstellungsweise wird eine solche intensive Überarbeitung nicht erforderlich sein, da hier der Anwender bei einer konkreten Fragestellung anhand der jeweils gültigen rechtlichen Regelwerke die Einordnung seines Lagers überprüfen kann.

Weiterhin bietet die allgemeingültige Darstellungsweise einen breiteren Überblick über die Sicherheitsanforderungen, die in den verschiedenen Vorschriften und Regelwerken

zur Lagerung von Flüssigkeiten festgelegt sind. Anhand dieser Darstellungsweise kann aufgezeigt werden, ob für eine konkrete sicherheitsbezogene Aufgabenstellung neben dem jeweiligen Anwendungsfall eine sinngemäße Erfüllung von anderen Anforderungen geboten ist. Dies soll an dem folgenden Beispiel erläutert werden. Entsprechend der VbF/ TRbF sind bei wasserunlöslichen, brennbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt > 21 °C (A II Flüssigkeiten) geeignete Schutzmaßnahmen vorzusehen. Sind dagegen solche Flüssigkeiten wasserlöslich (sogenannte „B II Flüssigkeiten“), unterliegen sie nicht mehr der VbF/ TRbF. Dennoch ist das Gefährdungspotential von wasserlöslichen und wasserunlöslichen Flüssigkeiten ähnlich hoch einzustufen. Daher erscheint es angemessen, dass die in dem o. g. Regelwerk vorgesehenen Schutzmaßnahmen auch für „B II Flüssigkeiten“ angewandt werden. Dass eine Lücke in diesem Regelwerk existiert, wird auch durch den Abschlußbericht des Arbeitskreises „Lagerung brennbarer Flüssigkeiten“ (TAA-GS-04, Stand April 1994) deutlich. In dem Abschlußbericht wird daraufhin gewiesen, dass zwar die Schutzmaßnahmen für A II hinreichend definiert sind, aber ein Handlungsbedarf bei den wasserlöslichen Flüssigkeiten existiert.

3.2 Festlegung der Funktionseinheiten

Für die Lagerung von Flüssigkeiten wurden verfahrens- und sicherheitstechnisch geeignete Funktionseinheiten (Teilanlagen, Funktionsgruppen und Anlagenelemente) definiert. Die zugrunde gelegten Kriterien der Funktionseinheiten werden im folgenden beschrieben.

Teilanlagen. Die Festlegung der Teilanlagen orientierte sich an der Strukturierung der VbF (Lagerung im Freien, unterirdische Lagerung und Lagerung in Räumen; s. a. Bild 5.2). Diese Funktionseinheit beschreibt die unterschiedlichen Lagerarten und mögliche verfahrens- und sicherheitstechnische Verknüpfungen der einzelnen Funktionsgruppen in der Anlage. Dabei wird auf die grundsätzlich relevanten Vorschriften und Regelwerke, die bei der Lagerung von Flüssigkeiten zu beachten sind, hingewiesen. Die verfahrens- und sicherheitstechnischen Verknüpfungen der einzelnen Funktionsgruppen in der Anlage sind in den Fließbildern beispielhaft dargestellt.

Funktionsgruppen. Die Funktionsgruppen stellen im Dokumentationssystem das Kernstück zur Beschreibung des "Standes der Sicherheitstechnik" dar. Auf dieser Ebene der Funktionseinheiten wurden die verschiedenen Varianten bei der Lagerung

und die entsprechenden Schutzkonzepte konkretisiert. Dabei wurden einzelne apparatetechnische Gruppen der Lageranlagen, Anlagenbereiche als auch Tätigkeiten, die im Rahmen der aktiven Lagerung durchgeführt werden, als Funktionsgruppen definiert.

Hier sind folgende Beispiele zu nennen:

- für apparatetechnische Gruppen:
  - Zuleitung/ Entnahmeleitung,
  - Lagerung in ober-/ unterirdischen Behältern,
  - in Druckbehältern/ drucklosen Behältern,
- für Anlagenbereiche:
  - Füll-/ Entleerstellen,
  - Lagerraum.
- und für Tätigkeiten:
  - Entleerung von Flüssigkeiten aus TKW/ EKW in Tanks
  - Abfüllung von Flüssigkeiten in TKW/ EKW oder Fässer

Um einen besseren Überblick über den "Stand der Sicherheitstechnik" zu erhalten, wurden unterschiedliche Varianten hinsichtlich der technischen Ausführungsmöglichkeiten von Flüssigkeitslagern, inklusive der erforderlichen Sicherheitseinrichtungen in verschiedenen Funktionsgruppen dargestellt. Darüber hinaus wurden auch innerhalb einer Funktionsgruppe bei der Darstellung im Fließbild verschiedene technische Lösungen abgebildet (z. B. bei den Funktionsgruppen zur Abluftführung).
Weiterhin wurden übergreifende Sicherheitsaspekte in Funktionsgruppen thematisch zusammengefasst. Hierunter werden in erster Linie organisatorische Aspekte verstanden, die bei der Lagerung von Flüssigkeiten zu beachten sind. In gleicher Weise werden Aspekte des Brandschutzes, Einordnung von Schutzbereichen oder ähnliche Gebiete thematisch zusammengefasst, bei denen eine detaillierte Darstellung der

Schutzmaßnahmen im Dokumentationssystem aufgrund der Vielzahl der zu berücksichtigenden betrieblichen Randbedingungen nicht zweckmäßig erscheint. Für die o. g. Gebiete wurden die Schutzmaßnahmen, die grundsätzlich geeignet sind das Lager entsprechend dem "Stand der Sicherheitstechnik" zu betreiben, in Form einer Auflistung in einer Funktionsgruppe zusammengefasst. Mit Hilfe dieser Auflistung kann der Anwender im Rahmen einer Einzelfallbetrachtung unter Berücksichtigung der Gegebenheiten des zu betrachtenden Lagers für seine konkrete Aufgabenstellung geeignete Maßnahmen auswählen.
Als Beispiel lassen sich Maßnahmen zum Brandschutz anführen. Hier erfolgt die Festlegung der erforderlichen Einrichtungen in Abstimmung mit der zuständigen Feuerwehr unter Berücksichtigung der vor Ort vorhandenen Strukturen, wie z. B. Lagerstandort, Infrastruktur, Lagerart, Lagergut, Lagergröße oder Einsatzkräfte.

Anlagenelemente. Auf der untersten Ebene der Funktionseinheiten werden die Komponenten der Funktionsgruppen näher spezifiziert. Hierzu dienen die Anlagenelemente.

Die Anlagenelemente werden dabei so gewählt, wie sie zur Beschreibung von sicherheitstechnischen Aspekten bei den einzelnen Funktionsgruppen, denen sie zugeordnet werden, erforderlich sind. Daraus ergeben sich unterschiedliche Detaillierungstiefen. Bei der Darstellung der Sicherheitstechnik aus apparatetechnischer Sicht sind Anlagenelemente die kleinsten, nicht weiter unterteilbaren Anlagenbauteile, wie z. B. Rohre oder Flansche. Bei Funktionsgruppen, die technische oder sicherheitsorientierte Einheiten zusammenfassen, können auch die Anlagenelemente mehrere Anlagenbauteile enthalten - vorausgesetzt, sie übernehmen innerhalb des Prozesses eine bestimmte Funktion. Hier ist z. B. zu nennen: Brandmeldeeinrichtungen, Berieselungseinrichtungen oder auch Rohrleitungssysteme.
Neben den technischen Komponenten/ Sicherheitseinrichtungen wurden im Rahmen dieses Teilvorhabens auch eine Reihe von organisatorischen Aspekten als Anlagenelemente definiert (z. B. Prüfungen, Instandhaltung, Betriebsanweisungen/ Unterweisung), um deren Bedeutung innerhalb des Sicherheitskonzeptes gerecht zu werden.

3.3 Vorgehensweise bei der Zuordnung der Funktionseinheiten

Das Sicherheitskonzept im Datenbanksystem wird dadurch entwickelt, dass entsprechend der hierarchischen Gliederung der Funktionseinheiten die Anlagenelemente den

Funktionsgruppen und die Funktionsgruppen den Teilanlagen zugeordnet werden. Anhand der Zuordnung verschiedener Varianten der Funktionseinheiten werden zum einen die unterschiedlichen Betriebsweisen des Lagers berücksichtigt und zum andern werden die verschiedenen technischen Möglichkeiten zur Erfüllung der geforderten Sicherheitsanforderungen dargestellt.

Insbesondere bei den Teilanlagen, die einen Überblick über die unterschiedlichen Lagerarten und mögliche verfahrens- und sicherheitstechnische Verknüpfungen der einzelnen Funktionsgruppen in der Anlage bieten, werden durch die Zuordnung einer Vielzahl unterschiedlicher Funktionsgruppen, so z. B. bezüglich der Lagerbehälter (drucklos, einwandig oder doppelwandig), die verschiedenen Betriebsweisen des Lagers berücksichtigt. Unter diesem Angebot kann der Anwender genau die Funktionsgruppen wählen, die seinem Anlagenkonzept am ähnlichsten sind.

Aufgrund der Definition von Funktionseinheiten mit mittlerem Differenzierungsgrad war es im Rahmen dieses Teilvorhabens möglich, die Funktionseinheiten mehrfach untereinander zuzuordnen und somit den Datenbestand in *DoSiS* auf einem überschaubaren Maß zu halten. Dies wäre bei der Definition von Funktionsgruppen, die spezielle Randbedingungen berücksichtigen und denen somit konkrete Regelwerke und Attribute (z. B. Stoffklassen, Handhabungsklassen) zugeordnet würden, nicht möglich. Ebenso können Funktionsgruppen oder Anlagenelemente, die im Rahmen von anderen Teilvorhaben definiert werden, aufgrund dessen nicht eingearbeitet werden.

Sicherheitsmaßnahmen wie z. B. Einrichtungen zum Brandschutz oder organisatorische Maßnahmen wurden, wie im vorstehenden Kapitel dargestellt, jeweils in eigenständigen Funktionsgruppen zusammengefasst. Somit können diese Maßnahmen der obersten Ebene der Funktionseinheiten, den Teilanlagen, zugeordnet werden. Dabei ist zu beachten, dass die Inhalte dieser Funktionsgruppen - zum Teil als ganze Funktionsgruppe und zum Teil nur einzelne Anlagenelemente dieser Funktionsgruppe (z. B. Kennzeichnung, Prüfung, Instandhaltung) – für alle Ebenen der Funktionseinheiten relevant sind, auch wenn sie ihnen nicht direkt zugeordnet werden. Bei der Bearbeitung ist daher zu beachten, dass alle relevanten Informationen aller drei Ebenen abgefragt werden. Dies wird an folgendem Beispiel deutlich: das Anlagenelement „Prüfungen von Lageranlagen“ ist bei „VbF“-Anlagen sowohl bei der Funktionseinheit Teilanlage, als auch bei den Funktionsgruppen und Anlagenelementen zu berücksichtigen. So erhält man z. B. bei der Funktionsgruppe „organisatorische Maßnahme“ durch die Zu-

ordnung des Anlagenelements „Prüfungen“ den Hinweis auf die durchzuführenden Prüfungen. Wird dieser Weg weiterverfolgt, so ergeben sich auf der Ebene Anlagenelement durch die Zuordnung der Regelwerksanforderungen folgende Aspekte:

- Wann wird geprüft?
- Was wird geprüft?
- Wie wird geprüft?
- Durch wen wird geprüft?

Es muss bei der Anwendung des Datenbanksystems *DoSiS* damit gerechnet werden, dass nur einzelne Funktionsgruppen oder Anlagenelemente betrachtet werden. Aufgrund dessen - und damit keine Informationen übersehen werden - wurde auf diesen Ebenen durch Zuordnung von Sicherheitshinweisen oder durch Darstellung im Fließbild auf die Relevanz der übergeordneten Funktionsgruppen hingewiesen.

3.4 Zuordnung der relevanten sicherheitstechnischen Regeln, Normen und Richtlinien

Zur Darstellung der rechtlichen Grundlagen sowie um daraus Hinweise zur Konkretisierung der Anforderungen zu erhalten, werden den Funktionseinheiten die relevanten Vorschriften und Regelwerke zugeordnet.

Hierbei ist es erforderlich, dass alle relevanten Vorschriften und Regelwerke für die Lagerung brennbarer, toxischer und/ oder wassergefährdender Stoffe berücksichtigt werden, da dies die Grundlage bildet für die rechtliche Einordnung eines konkreten Lagers in Abhängigkeit der gegebenen Randbedingungen und Anwendungsbereiche. Dabei ist z. B. zu beachten, dass Anlagenteile für brennbare Flüssigkeiten, die in den Geltungsbereich der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten fallen, nicht der Druckbehälter-Verordnung unterliegen.
Die Darstellungstiefe der angegebenen Vorschriften und Regelwerke ist dabei abhängig von der Betrachtungsebene. Während auf der Ebene der Teilanlage lediglich die zu berücksichtigenden Vorschriften und Regelwerke genannt werden, ist es auf den untergeordneten Ebenen erforderlich, die entsprechenden Abschnitte bzw. Paragraphen zur direkten Recherche anzugeben. Durch die Verknüpfung der Funktionseinheiten miteinander können - ausgehend von der Teilanlage - alle relevanten Informationen der untergeordneten Ebenen abgefragt werden. Eine Angabe der Regelwerksinhalte ist zunächst nicht vorgesehen. Die konkreten Hinweise und Anforderungen können vom

Anwender problemlos den Regelwerken (in der jeweils gültigen Fassung) entnommen werden. Eine Erweiterung des Datenbanksystems *DoSiS* um diese Regelwerke würde den Nutzen des Systems noch deutlich erhöhen. Da bereits Computerprogramme mit solchen Regelwerken existieren, wäre hier eine Verknüpfung der Programme untereinander sinnvoll.

3.5 Ableitung ergänzender Sicherheitsmerkmale

Im Rahmen der Datenbank ist vorgesehen, dass für die Funktionseinheiten unspezifische Sicherheitsmerkmale wie Stoffklassen, Handhabungsklassen und Sicherheitshinweise zur Charakterisierung bzw. Konkretisierung der sicherheitsbezogenen Aufgabenstellung abgeleitet werden können (s. Kap. 1). Bei diesem Teilvorhaben wurde auf eine Konkretisierung der Funktionseinheiten (z. B. bzgl. der Stoffklassen und Handhabungsklassen) weitgehend verzichtet. Gleiches gilt für die Zuordnung von Zeitpunkten, die den variablen Einsatz von Funktionseinheiten weiter einschränken würde. Zumal die Zeitpunkte leicht aus den aktuellen Regelwerken entnommen werden können.

Die Ableitung und Zuordnung von Sicherheitshinweisen stellt jedoch zur Darstellung des "Standes der Sicherheitstechnik" im Dokumentationssystem einen wesentlichen Teil dar. Eine Vielzahl von Sicherheitsanforderungen lässt sich allein durch die Definition von Funktionsgruppen oder Anlagenelementen nicht ausreichend darstellen. In diesem Fall wurden Sicherheitshinweise formuliert, die entweder sogenannte organisatorische Maßnahmen darstellen oder es wurden die Sicherheitsanforderungen an die Funktionseinheiten spezifiziert bzw. konkretisiert. So wurden den Funktionsgruppen zum Umfüllen von Flüssigkeiten, die zunächst nur die verfahrenstechnischen Zusammenhänge im System abbilden sollen, auch eine Reihe von Sicherheitshinweisen zugeordnet, die als organisatorische Maßnahmen den sicheren Betrieb gewährleisten sollen. Dabei handelt es sich zum Beispiel um die Darstellung von notwendigen Maßnahmen zur Verhinderung von elektrostatischen Aufladungen bei Umfüllgängen (Begrenzung der Strömungsgeschwindigkeit, Unterspiegelbefüllung etc.).

Dies zeigt, dass sich mit Hilfe der Sicherheitshinweise zumindest für die einfachen Tätigkeiten, die bei der aktiven Lagerung von Flüssigkeiten relevant sind, die zu beachtenden Sicherheitsmaßnahmen in dem Dokumentationssystem darstellen lassen.

4 Fazit

Im Rahmen des Teilvorhabens *Lager für Flüssigkeiten* - als ein Baustein des Datenbanksystems *DoSiS* - wurde durch das Aufzeigen von verschiedenen Sicherheitskonzepten und Ausführungsbeispielen ein Instrumentarium geschaffen, das dem Anwender erlaubt, ohne zeit- und kostenintensive Recherchen den "Stand der Sicherheitstechnik" abzubilden. Durch das Datenbanksystem wird er hierzu strukturiert angeleitet.

Um die Überschaubarkeit des Datenbanksystems zu gewährleisten wurde eine Darstellungsweise mit mittlerem Differenzierungs- und Detaillierungsgrad gewählt. Dementsprechend wurde bei den einzelnen Funktionseinheiten auf eine hohe Spezifizierung der betrieblichen Randbedingungen des Lagers verzichtet. Die Funktionseinheiten können aber problemlos durch den Anwender an die speziellen Gegebenheiten eines konkreten Lagers angepasst werden. Diese Vorgehensweise ist für Anlagen zur Lagerung von Flüssigkeiten insofern sinnvoll, da Lageranlagen im allgemeinen verfahrenstechnisch klar umgrenzt sind und sich bezüglich der Grundanforderungen an die sicherheitstechnische Ausführung nicht stark voneinander unterscheiden.

Durch diese allgemeingültige Betrachtungsweise konnte das Teilvorhaben deutlich umfangreicher - insbesondere hinsichtlich der eingesetzten Stoffeigenschaften und Stoffmengen - angelegt werden.

Alle wesentlichen Hinweise auf zu berücksichtigende Vorschriften und die daraus resultierenden Sicherheitsanforderungen bei der Lagerung von Flüssigkeiten konnten in das Datenbanksystem eingearbeitet werden. Ferner werden durch Definition und Zuordnung von Funktionseinheiten und Sicherheitshinweisen beispielhafte Lösungsmöglichkeiten zur Erfüllung dieser Sicherheitsanforderungen aufgezeigt.

Im Rahmen des hier durchgeführten Projektes wurde eine Basis geschaffen, die im Rahmen von zukünftigen Projekten erweitert und ergänzt werden kann.

Hier sind insbesondere zu nennen:

- Detaillierte Beschreibung von Nebenanlagen wie Abluftbehandlungsanlagen
- Lagerung von zu temperierenden Flüssigkeiten
- Verknüpfung zu anderen Informationsdatenbanken, die z. B. die aktuellen Regelwerke enthalten

Ein Datenbanksystem, wie das bei diesem Projekt erstellte *DoSiS*, kann ein äußerst nützliches Instrument beim Aufstellen von Sicherheitskonzepten sein. Die Vielzahl der bei der Ermittlung des „Standes der Sicherheitstechnik“ zu berücksichtigenden Vorschriften und Erkenntnisse machen es unter Umständen selbst dem Fachmann schwer, eine geeignete Lösung für die Lagerung von gefährlichen Stoffen zu finden. Um stets auf der "sicheren Seite" bei der Auslegung des Flüssigkeitslagers zu sein und nicht in Gefahr zu laufen, etwas zu übersehen, stellt das Datenbanksystem ein ideales Hilfsmittel dar.

Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt,

Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Anlagensicherheit -

Forschungsbericht 204 04 903/05

Projekt

Weiterentwicklung des Dokumentationssystems

zum Stand der Sicherheitstechnik

Teilprojekt:

Möglichkeiten und Grenzen der Einbindung diskontinuierlicher verfahrenstechnischer Produktionsverfahren in das Datenbanksystem DOSIS

von

Prof. Dr.-Ing. Jörg Steinbach

Technische Universität Berlin

Inst. f. Prozeß-und Anlagentechnik - FG Anlagen- und Sicherheitstechnik

Für das Umweltbundesamt

Dezember 2000

Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik

Teilprojekt : Möglichkeiten und Grenzen der Einbindung diskontinuierlicher verfahrenstechnischer Produktionsverfahren in das Datenbanksystem DOSIS

Forschungsbericht 204 04 903/05

Auftraggeber:	Umweltbundesamt Bismarckplatz 14193 Berlin
Auftrag vom:	04.03.1998
Ausführende Stelle:	TU Berlin IPAT-Anlagen- und Sicherheitstechnik
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. H. Gläser, Dipl.-Ing. T. Saeger, Prof. Dr.-Ing. J. Steinbach
Datum des Berichts:	19. Dezember 2000

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer
UBA-FB

2.

3.

4. Titel des Berichts
Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik
Teilvorhaben: Möglichkeiten und Grenzen der Einbindung diskontinuierlicher verfahrenstechnischer Produktionsverfahren in das Datenbanksystem DOSIS

5. Autor(en), Name(n), Vorname(n)

Steinbach, Prof. Dr.-Ing. Jörg
Gläser, Heike, Dipl.-Ing.
Saeger, Tanja, Dipl.-Ing.

8. Abschlussdatum
11. Dezember 2000

9. Veröffentlichungsdatum
12. Dezember 2000

6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)
IPAT- Anlagen- und Sicherheitstechnik
Technischen Universität Berlin
Straße des 17. Juni 135
10623 Berlin

10. UFOPLAN-Nr.
297 48 903 / 05

11. Seitenzahl
61 incl. Anlagen

12. Literaturangaben

7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)

Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

13. Tabellen und Diagramme

14. Abbildungen
6

15. Zusätzliche Angaben
Verbundforschungsvorhaben mit sechs Teilvorhaben

16. Kurzfassung

In einer vorhergehenden Forschungsarbeit wurde vom Umweltbundesamt ein Datenbanksystem entwickelt, dass die Dokumentation erleichtern sollte, dass bestimmte Anlagen nach dem Stand der Sicherheitstechnik gestaltet worden sind und betrieben werden. Dieses auf ACCESS beruhende System DOSIS war bisher nur an einem speziellen Lagerstandort auf Anwendbarkeit getestet worden.
Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, die Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen von DOSIS zu ermitteln. In der hier berichteten Teilaufgabe sollte die Anwendbarkeit auf zwei verfahrenstechnische Teilanlagen geprüft werden. Bei den ausgewählten Anlagen handelt es sich um ein diskontinuierlich betriebenes Universalrührwerk eines Vielstoffbetriebes in City-Nähe sowie eine physikalische Teilbetriebsanlage zur Micronisierung von Wirkstoffen.
Die Grundstruktur von DOSIS, die eine Anlagengliederung in Teilanlagen, Funktionseinheiten und Anlagenelemente vorsieht, ist auch zur Abbildung dieser Art verfahrenstechnischer Anlagen sehr gut geeignet.
Eine Abbildung des Standes der Sicherheitstechnik ist hier hingegen kaum möglich, da die Verfahren entwicklungsseitig solange modifiziert werden, dass sie mit der vorgegebenen Anlagentechnik kompatibel sind. Eine klassische sicherheitsanalytische Vorgehensweise, wie sie zur Planung, Errichtung und Betrieb von Monoanlagen üblich ist, ist hier nicht gegeben. Hiermit sind die Grenzen von DOSIS aufgezeigt.

17. Schlagwörter
Sicherheitstechnik, Störfallverordnung, Anlagensicherheit, Datenbank

18.

19.

20.

Report Cover Sheet

1. Report-No UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Documentation System of Best Available Techniques for Loss Prevention Project: Options and limits to transfer discontinuous mode production processes into the data base system DOSIS		
5. Author(s), Family Name(s) Steinbach, Prof. Dr.-Ing. Jörg Gläser, Heike, Dipl.-Ing. Saeger, Tanja, Dipl.-Ing.		**8. Report Date** 11. Dezember 2000 **9. Publication Date** 12. Dezember 2000
6. Performing Organisation (Name, Address) IPAT- Anlagen- und Sicherheitstechnik Technischen Universität Berlin Straße des 17. Juni 135 10623 Berlin		**10. UFOPLAN-Ref. No.** 297 48 903 / 05 **11. No. of Pages** **61 incl. appendices** **12. No. of References**
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) Bismarckplatz 1 14193 Berlin		**13. No. of Tables, Diagrams** **14. No. of Figures** **6**
15. Supplementary Notes Combined research and development project (six projects)		

17. **16. Abstract**

In a previous research project conducted by the Federal Environmental Agency a database system has been developed with the purpose to provide support in the documentation that a plant has been designed and is being operated according to the safety state of the art. This ACCESS based system called DOSIS had been tested only so far by applying it to a unique storage facility.
The aim of this project has been the determination of applicability and limits of DOSIS. This part of the project reported here was dedicated to the application of DOSIS to two process engineering units. The units selected were for one a universal discontinuously operated stirred tank reactor, itself being part of a development plant in close proximity to a city, and a physical unit operation, a micronizer.
The basic set up of DOSIS, which is based on the classification of operational unit, functional group and plant element, is very well applicable to these process engineering units also.
A reflection of the safety state of the art of design, however, is hardly achievable, as speciality routes of synthesis are modified up to an extend, that there conduction is in compliance with the existing engineering equipment. The classical approach of a safety guided design, construction and operation procedure as known for for mono-purpose plants is not practised here. This way the limits of DOSIS have been identified.

17. Keywords
Safety engineering, Hazardous Incident Ordinance, plant safety, Best Available Techniques, Loss Prevention, Databank

18.	**19.**	**20.**

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und grundlegende Informationen

1.1 Hintergrund

In das vom UBA entwickelte Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik sollten typische verfahrenstechnische Anlagen aufgenommen werden, die vorher als dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechend bewertet worden waren. Dabei war zu überprüfen, ob

- bei einer anschließend durchgeführten Recherche die sicherheitstechnische Aufgabenstellung sachgerecht erkannt wird,
- gleichwertige Lösungen angeboten oder bei Überprüfung des Standes des Sicherheitstechnik als solche erkannt werden,
- die ganzheitliche Betrachtungsweise der Anlagensicherheit in DOSIS abbildbar ist.

Hieraus sollten die Grenzen und Möglichkeiten der Dokumentierbarkeit des SdSiT in DOSIS ermittelt und bewertet werden.

1.2 Erkenntnisinteresse, Ziele und Zielgruppe

Seit der Einführung der Begriffe „Stand der Technik" beziehungsweise „Stand der Sicherheitstechnik" (SdSiT) gibt es Probleme in ihrer alltäglichen Anwendung und Interpretation. Dieses ist einerseits Systemimmanent, da es sich um unbestimmte Rechtsbegriffe handelt. Dieser scheinbare Nachteil ist in Wirklichkeit ein unschätzbarer Vorteil, da er unterschiedliche Sicherheitskonzepte, die aus technischen und organisatorischen Komponenten zusammengesetzt sind, in der Prozeß- und Anlagentechnik als äquivalent zulässt. Voraussetzung ist allerdings der systematische Nachweis der Wirksamkeit des jeweiligen Konzeptes.
Andererseits führt genau das Zulassen dieser Freiheitsgrade zu immer wiederkehrenden Diskussionen zwischen Betreibern und Behörden im Rahmen von Genehmigungsverfahren. Folge ist oftmals eine nicht unerhebliche Verzögerung in der Bearbeitung und Erteilung der Genehmigung.
Entsprechend wird von verschiedenen Seiten immer wieder der Wunsch geäußert, ein Hilfsmittel zur Verfügung zu haben, das einen dokumentierten Stand der Sicherheitstechnik widerspiegelt, um die Beantwortung nach der Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik zu objektivieren. Entsprechende Wünsche wurden auch in einigen Sitzungen der Störfall-Kommission (SFK), z. B. am 27.11.1995 und 22.02.1996 insbesondere von Ländervertretungen der neuen Bundesländer geäußert.
Das Umweltbundesamt (UBA) hat auf Basis einer Reihe von Vorprojekten, wie zum Beispiel „Sicherheitstechnische Anforderungsprofile für Funktionseinheiten sicher-

heitstechnisch bedeutsamer Industrieanlagen“, ein PC-basierendes Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik (DOSIS) entwickelt. Um dem Grundgedanken des unbestimmten Rechtsbegriffes gerecht zu werden, kann und darf dieses Dokumentationssystem nie ein abschließendes System sein. Andererseits erscheint es durchaus möglich, durch Aufnahme mehrerer Alternativlösungen für eine sicherheitstechnische Fragestellung, dem oben zitierten Wunsch nahe zu kommen. Dieses scheint insbesondere da möglich, wo das Technische Regelwerk für spezielle Anlagentypen bereits sehr detaillierte Vorgaben macht.

Im Rahmen des Dokumentationssystems können Anlagen und Prozesse nur beispielhaft dargestellt werden. Die vor Beginn des Projektes bisher im Rahmen der DOSIS-Entwicklung betrachten Typen sind hinsichtlich der Parameteranzahl und der organisatorisch zu erreichenden Anlagensicherheit vergleichsweise einfache Einrichtungen. Insbesondere ob die sachgerechte Berücksichtigung gerade der organisatorischen Maßnahmen, die integraler Bestandteil der ganzheitlichen Betrachtung moderner Anlagensicherheit sind, ließ sich bisher nicht abschließend beurteilen. Dieses wird erst möglich, wenn repräsentative Beispiele deutlich komplexerer Anlagen- und Verfahrenstypen betrachtet worden sind.

Bei der Bestimmung des „Standes der Sicherheitstechnik“ (SdSiT) ergeben sich vielfach Probleme. Grund ist hierfür unter anderem, daß die Informationen zum SdSiT auf zahlreiche Regeln, Normen, Richtlinien, Leitfäden etc. verteilt sind. Die Recherche der Informationen ist dadurch zeitaufwendig und ihre Vollständigkeit unsicher. Dies führt zu Diskussionen zwischen Betreibern und Behörden und zu Verzögerungen in Genehmigungsverfahren. Diese Situation gilt es zu verbessern.

2 Teilaufgabe der TU-Berlin

Die Aufgabe der TU-Berlin und ihres Unterauftragnehmers, des TÜV Rheinland, war es, die Grenzen und Möglichkeiten der Anwendbarkeit von DOSIS auf typische Anlagen der Prozessindustrie zu überprüfen. Da in diesem Industriezweig selbst eine Vielzahl von Anlagentypen höchst unterschiedlichen Charakters existieren, musste hier von vornherein eine Gruppierung und anschließende Auswahl getroffen werden. Im Rahmen der Projektvorstrukturierung wurde vereinbart, ein Teilprojekt über kontinuierliche Anlagen aus dem petrochemischen Bereich und ein Teilprojekt über diskontinuierlich arbeitende Prozesse aus dem Fein- und Spezialitätenchemiebereich durchzuführen. Entsprechend gliedert sich die Aufgabenstellung der TU-Berlin in:

Teilprojekt 1: Anwendbarkeit des Dokumentationssystems auf drei kontinuierliche Anlagen bzw. Teilanlagen aus den Bereichen der Petrochemie und kunststofferzeugenden Industrie durchgeführt und separat berichtet durch den TÜV Rheinland (siehe Teilprojekt 5)

Teilprojekt 2: Anwendbarkeit des Dokumentationssystems auf eine diskontinuierliche Anlagen bzw. Teilanlagen mit geringem Automatisierungsgrad sowie einer ausgewählten Anlage einer physikalische Grundoperation aus der Feinchemikalien und Spezialitätenchemie durch das FG Anlagen- und Sicherheitstechnik der TU-B.

2.1 Generelle Planung und Durchführung des Projektes

Das Teilprojekt wurde in vier Schritten durchgeführt:

a) Gefahrenanalyse für die ausgewählten Anlagen bzw. Teilanlagen
b) Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik anhand dieser Teilanlagen
c) Typisierung der Teilanlagen und Untersuchung der Dokumentierbarkeit des SdSiT in DOSIS für diese typisierten Teilanlagen
d) Abstimmung der Ergebnisse und Bericht

Die ausgewählten Produktionsanlagen werden zunächst in Teilanlagen, Funktionsgruppen und -einheiten entsprechend der derzeitigen DOSIS-Struktur gegliedert. In einem nächsten Schritt sind die sicherheitstechnisch bedeutsamen Einrichtungen und Maßnahmen unter Berücksichtigung der ganzheitlichen Betrachtungsweise in der modernen Anlagensicherheit zu identifizieren, gemäß des SdSiT zu bewerten und schließlich zu prüfen, ob diese Maßnahmen in geeigneter Form in DOSIS dokumentierbar sind.

2.2 Beschreibung der ausgewählten Anlagen

2.2.1 Universalrührwerksapparatur eines chemischen Entwicklungsbetriebes

Zur Durchführung von Entwicklungsansätzen zur Gewinnung pharmazeutischer Wirkstoffe in kleinen Mengen für vorklinische und erste klinische Studien werden sogenannte Universalrührwerkseinheiten in unterschiedlicher Größe eingesetzt. Diese bestehen zumeist aus Dosiervorlagen, Kühlern und Destillatbehältern sowie dem eigentlichen Rührbehälter, der als gekühlter Doppelmantelbehälter ausgeführt ist. Je nach den apparatetechnischen Anforderungen des durchzuführenden Verfahrens können die Anlagenteile der Betriebsanlage wahlweise mit zusätzlichen Anlagenteilen, wie Filtern, Zentrifugen und Trocknern, gekoppelt werden. Mehrerer solcher

Universaleinheiten zusammen bilden dann einen Entwicklungsbetrieb. Die Bauweise ist normalerweise eingehaust.

Bei der hier näher betrachteten Einrichtung handelt es sich um eine Teilbetriebsanlage eines Standort, der sich in einem Stadtgebiet befindet, sodass eine besondere Standortsituation gegeben ist. Die Grundzüge dieser Anlage sind in den Abb.1 und 2 in der DOSIS-typischen Art und Weise dargestellt.

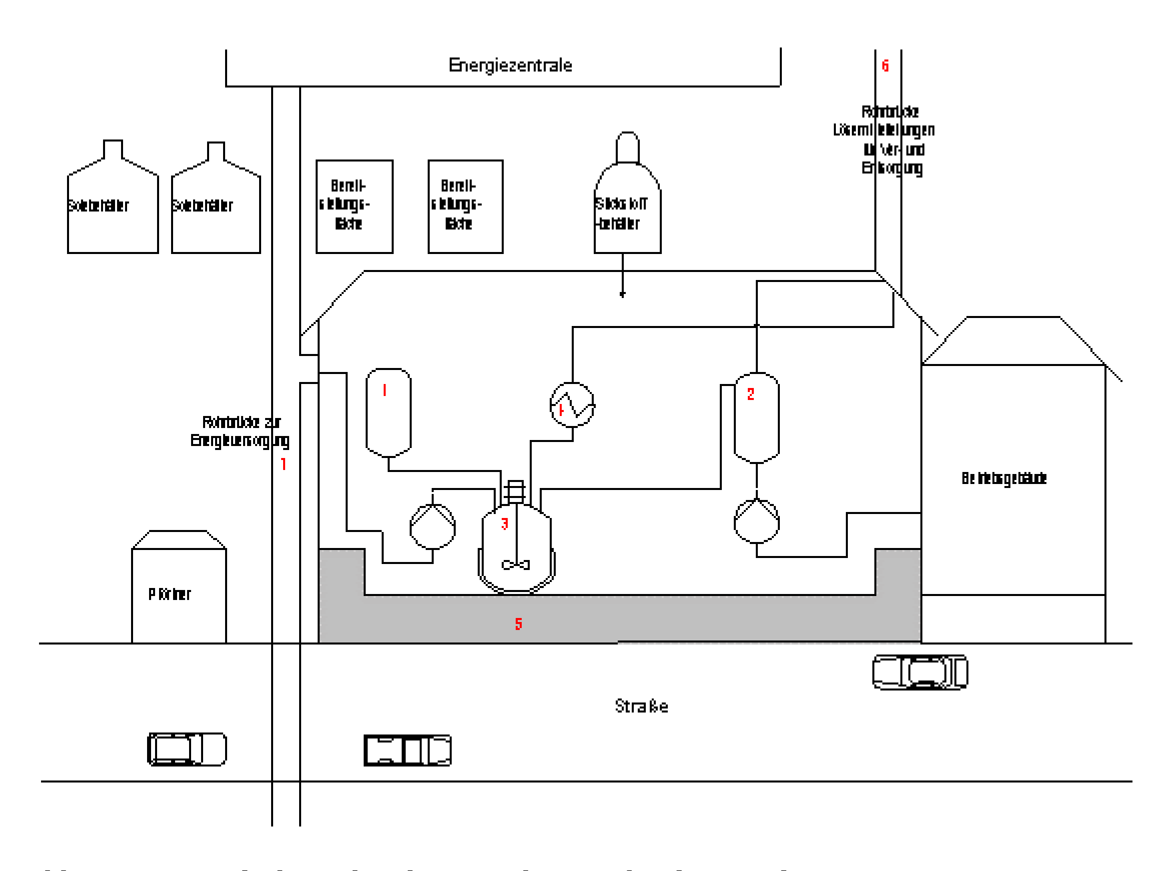


Abb. 1: Universalrührwerkeinheit mit ihrer Einbindung in den Gesamtentwicklungsbetrieb und Standort

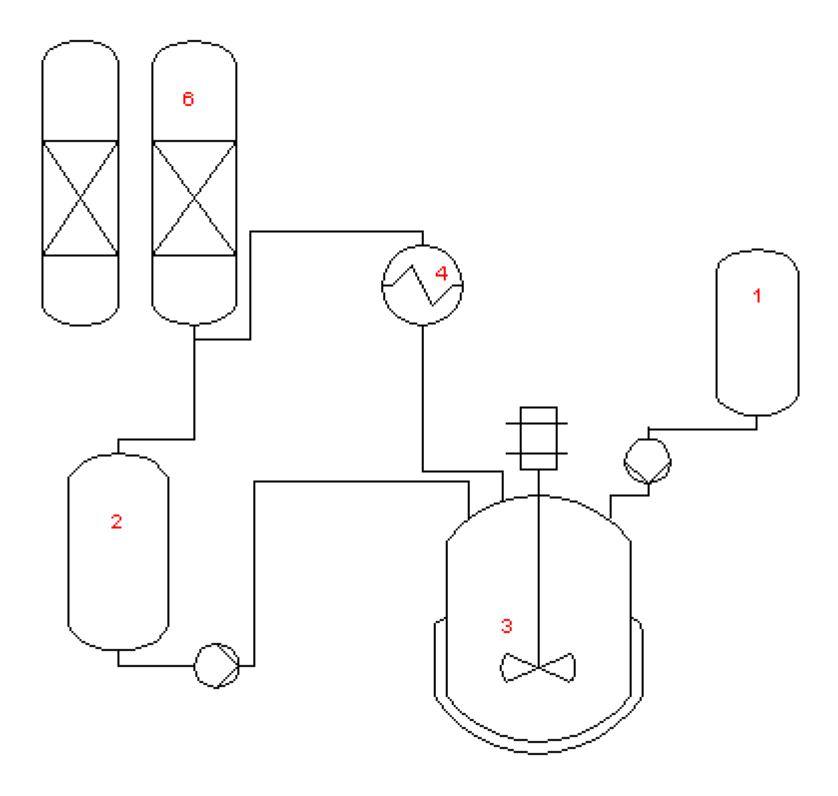


Abb. 2: Universalrührwerkeinheit mit gekennzeichneten Funktionseinheiten

In der Anlage werden brennbare Lösemittel und ca. 39 weitere Störfallstoffe gehandhabt. Beispielhaft seien Acetylchlorid, Alkaliethoxide, Brom, Chlor, Chromschwefelsäure, Cyanwaserstoff, Formaldehyd, Schwefelkohlenstoff und Thionylchlorid genannt. Auch wenn die Einzelmengen alleine nicht zu einer Einstufung der Anlage mit erweiterten Pflichten führen würde, so ist diese Genehmigungssituation trotzdem wegen der Standortsituation gegeben.

Die Stoffe des Gesamtbetriebes befinden sich zwischen Temperaturen von -90ºC und 250ºC und einem Druck von 0 bis 7 bar. Auf den Bereitstellflächen und Regalcontainern werden die Stoffe bei Umgebungsbedingung gelagert.

Basis der im Rahmen des Projektes durchgeführten Arbeiten war eine behördlich geprüfte Betriebssicherheitsanalyse.

2.2.2 Micronizer zur Feinstmahlung von festen Wirkstoffen in einem physikalischen Betrieb

An dem gleichen Standort befindet sich ein sogenannter physikalischer Betrieb, wo Feststoffe mit physikalischen Verfahren, wie Mischen, Mahlen, Sieben, zu konfektionieren. Hierzu gehört u.a. die hier betrachtete Micronizer-Anlage. Sie besteht

hauptsächlich aus einer Dosierschnecke zur Heranführung des groben Wirkstoffs, einer Strahlmühle zur Zerkleinerung, einem Staubabscheidersystem sowie einem Austragsystem für den micronisierten Wirkstoff. Die DOSIS-spezifische Darstellung der Betriebsanlage ist in Abb. 3 gezeigt.

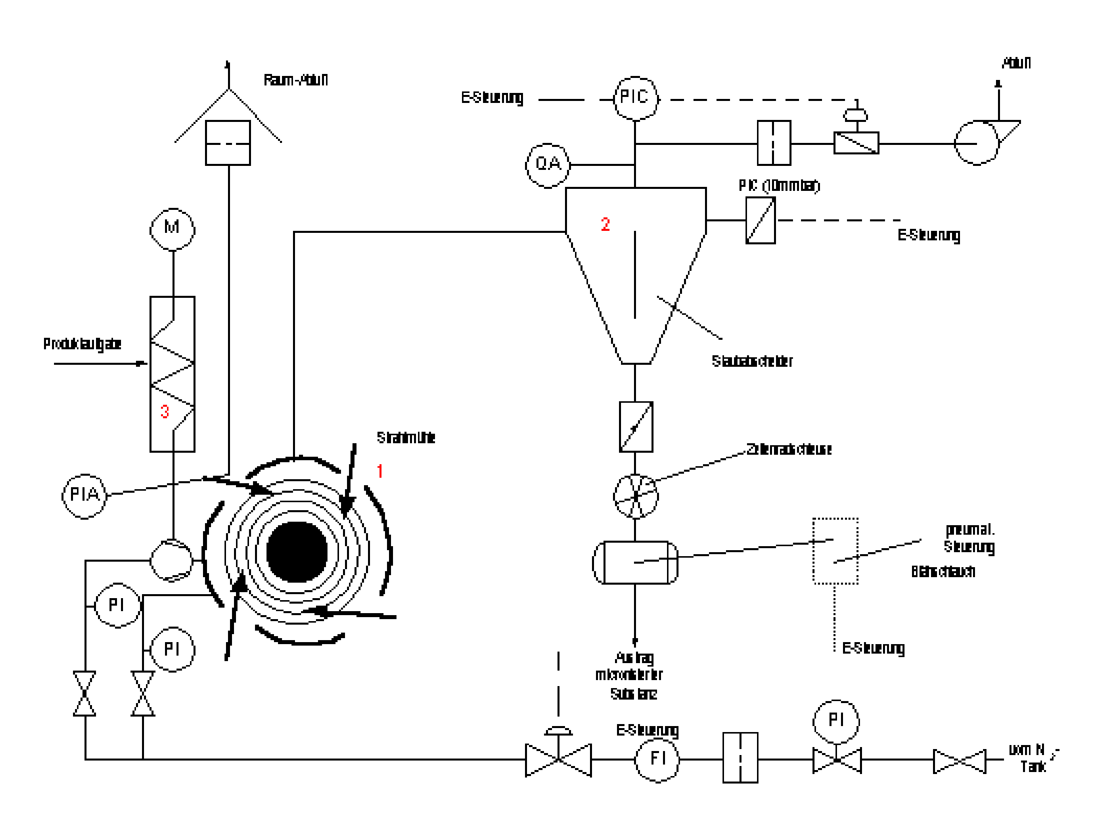


Abb. 3: Micronizer-Betriebsanlage eines physikalischen Betriebes

2.3 Erreichte Projektziele

Der prinzipielle Aufbau von Dosis bezüglich der Kategorien Teilanlagen, Funktionsgruppen und Anlagenelemente kann auch für derartige verfahrenstechnische Betriebsanlagen gut genutzt werden. Dabei wird allerdings schnell deutlich, daß der Komplexitätsgrad von Funktionsgruppe zu Funktionsgruppe sehr schwanken kann. Bei der Rührwerkseinheit konnten leicht die einzelnen Vorlagen, der Rückflusskühler und der Rührbehälter selbst als solche Gruppen identifiziert werden. Insgesamt wurden 7 Funktionsgruppen definiert. Um das vorher gesagte zu demonstrieren, sind in den nächsten beiden Abbildungen zwei Funktionsgruppen dargestellt.

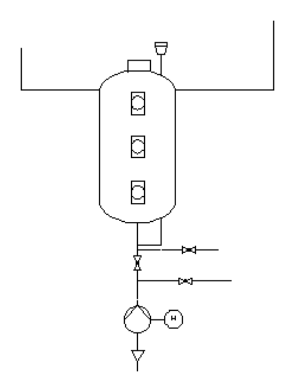


Abb. 4: Vorlage des Rührwerks

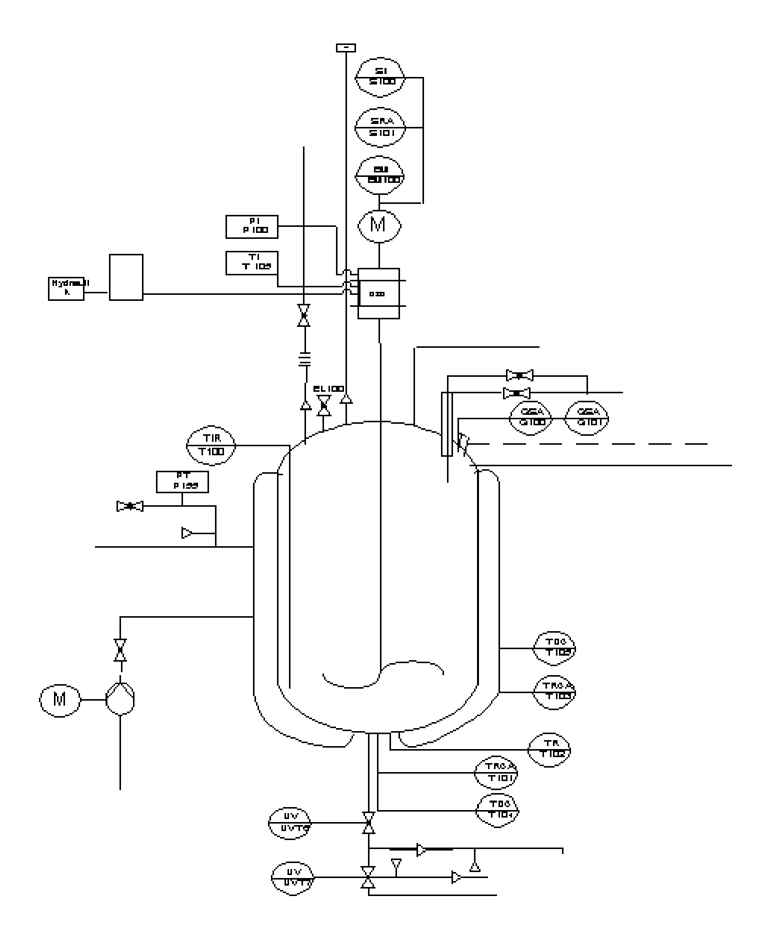
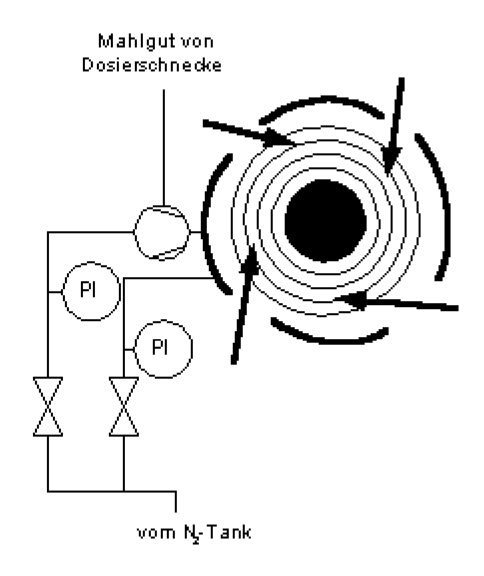


Abb. 5: Universalrührwerk mit Instrumentierung

Während die Anzahl von Anlagenelementen bei der Vorlage gering ist, nimmt sie bei der eigentlichen Rührwerkseinheit doch deutlich zu. Wie die nächsten beiden Abbildungen zeigen, sind physikalische Grundoperationen grundsätzlich in ihrer Struktur überschaubarer.



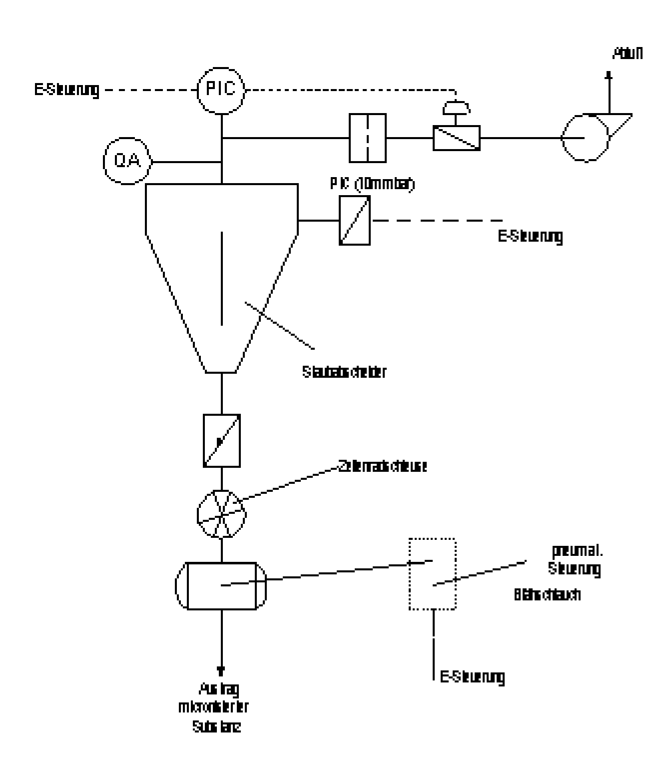


Abb. 6: Ausgewählte Funktionsgruppen des Miconizers

Im weiteren überwogen aber die Probleme, Grenzen und Möglichkeiten, die im anschließenden Absatz eingehender diskutiert werden.

2.4 Aufgetretene Probleme und abgeleitete Anwendungsgrenzen für DOSIS

Die aufgetretenen Probleme lassen sich in verschiedene Problemfelder unterteilen:

a) Technisches Regelwerk
b) Abbildung von Reaktionen
c) Darstellung organisatorischer Maßnahmen und ihre sicherheitstechnische Bedeutung

Ad a): Wie in der Fachwelt bekannt, gibt es für die Durchführung von chemischen Reaktionen in sogenannten Vielstoffanlagen nur wenige spezifische sicherheitstechnisch relevante Schriften. So beschränkt sich in vielen Fällen die Zuordnung von Regeln, BG-Schriften, Normen und Vergleichbares auf die Problemfelder des Umgangs mit brennbaren Flüssigkeiten in Druckbehältern. Hier sind selbstverständlich allgemeingültige Zuordnungen möglich. Ähnlich detailliert ist eine Zuordnung von Vorschriften zu bestimmten Betriebseinrichtungen in den Gebäuden selbst bis hin zur Gestaltung der Fußböden. So bleibt die Zuordnung von Rechtsvorschriften zur Anlagengestaltung für diese Anlagen unbefriedigend.

Ad b): Die in /1/ angedachten Zuordnungen zu Reaktionskenngrößen, um die grundsätzliche Beurteilung einer sicheren Durchführung zu ermöglichen, ist in der vorhandenen DOSIS-Struktur nicht möglich.Die gängige, und sicherheitstechnisch durchaus als verantwortlich einzustufende Praxis in derartigen Vielstoffanlagen ist in etwas wie folgt skizzierbar:

Eine neue Universalrührwerksanlage wird sicherheitstechnisch für den sicheren Umgang mit brennbaren Lösemitteln und Grundchemikalien ausgerüstet. Zur Anwendung kommen hier TRs und die ElexV mit nachgelagerten Schriften. Die eigentliche Instrumentierung erfolgt primär unter Qualitätsgesichtspunkten, d.h., es müssen Temperaturen, Drücke, Konzentrationen usw. eingehalten werden. Diese Größen müssen mit einem Leitsystem ggf. integrierbar und für Zulassungsbehörden dokumentierbar sein. Ein Abweichen von Sollwerten ist aber nicht gleichbedeutend mit einer Situation höherer Gefährdung. Entsprechend gibt es für die gewählte Instrumentierungslogik auch kein heranziehbares Regelwerk.

/1/ Nitsche, M.:
„Entwicklung eines Dokumentationskonzeptes zum Stand der Sicherheitstechnik“, Berlin, Technische Universität Diss. 1998, sowie: Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin, 1998

Im Anschluss wird in umgekehrter Vorgehensweise zur Gestaltung von Konti-Anlagen die Synthese der Anlage thermisch und in anderer Beziehung angepasst. Hier kommen die reaktionscharakterisierenden Kenngrößen zum Tragen. Was hier von der Hardware nicht allein gelöst wird, muß organisatorisch sichergestellt werden. Und diese letzten beiden Schritte sind zwangsläufig absolut synthesespezifisch.

In der Konsequenz ist eine Darstellung einer oder gar mehrerer äquivalenter und mit dem Stand der Sicherheitstechnik konformen Anlagengestaltungen nicht möglich.

Wollte man die freien Textfelder in Dosis für solche Zwecke nutzen, hieße es, zwischen 200 und 300 unterschiedliche Synthesestufen in Dosis einzeln abzubilden. Dieses ist , abgesehen davon, dass es den Rahmen dieses Projektes völlig gesprengt hätte, für eine dauerhafte Nutzung von DOSIS in der Industrie völlig inakzeptabel.

Ad c) Wie in den vorstehenden Absätzen bereits ausführlich dargestellt, spielt die organisatorische Sicherheitsmaßnahme bei derartigen Betrieben eine so herausragende Bedeutung, dass eine Vergleichbarkeit unterschiedlicher Lösungskonzepte nicht einer „Datenbank“ übertragen werden kann. Die Ausbildungs- und Standortspezifika sowie das Erfahrungswissen über einen bestimmte Chemie ist nur im Rahmen von Synthesesicherheitsanalysen darstell- und überprüfbar.

3 Zusammenfassung

Die Teilaufgabe 4 war gut ausgewählt, um tatsächlich Möglichkeiten und Grenzen von DOSIS aufzeigen zu können. Die prinzipielle Herangehensweise, eine Anlage in Teilanlagen, Funktionsgruppen und Anlagenelemente zu unterteilen, sollte verbreitetere Anwendung finden. Die entsprechende Dokumentation einer so analysierten Anlage ist hervorragend in DOSIS dokumentierbar.

Die weitergehende Interpretation von so abgebildeten Sicherheitskonzepten ist für Vielstoffanlagen nicht durchführbar. Ursache ist hier die völlig andere Herangehensweise, dass die Anlage nicht für einen Prozess ausgelegt und gestaltet wird, sondern die Verfahren solange entwicklerisch modifiziert werden, dass sie mit den gegebenen Anlagenbedingungen kompatibel sind. Der hieraus oftmals hohe Grad an organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen ist in das hierfür zu starre Datenbankkonzept nicht einbindbar.

Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- Anlagensicherheit -
Forschungsbericht 204 04 903/05

Projekt
Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik

Teilprojekt:
Möglichkeiten und Grenzen der Einbindung kontinuierlicher verfahrenstechnischer Produktionsverfahren in das Datenbanksystem DOSIS

von
Dr.-Ing. Klaus Haferkamp
TÜV Anlagentechnik GmbH, Köln
Unternehmensgruppe TÜV Rheinland / Berlin-Brandenburg

Im Auftrag der Technischen Universität Berlin

Für das Umweltbundesamt

Dezember 2000

Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik

Teilprojekt 5: Möglichkeiten und Grenzen der Einbindung kontinuierlicher verfahrenstechnischer Produktionsverfahren in das Datenbanksystem DOSIS

Forschungsbericht 204 04 903/05

Auftraggeber:	Technische Universität Berlin Straße des 17. Juni 135 10623 Berlin
Fördernde Institution:	Umweltbundesamt, Bismarckplatz, 14193 Berlin
Auftrag vom:	04.03.1998
Ausführende Stelle:	TÜV Anlagentechnik, Köln Unternehmensgruppe TÜV Rheinland / Berlin-Brandenburg Geschäftsfeld Anlagensicherheit
TU Berlin-Auftrags-Nr.	20404903/5
TÜV-Auftrags-Nr:	915/800027
Bearbeiter:	Dr.-Ing. Klaus Haferkamp
Datum des Berichts:	19. Dezember 2000

Berichts-Kennblatt

1. **Berichtsnummer** UBA-FB	2.	3.
4. **Titel des Berichts** Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik Teilvorhaben: Möglichkeiten und Grenzen der Einbindung kontinuierlicher verfahrenstechnischer Produktionsverfahren in das Datenbanksystem DOSIS		
5. **Autor(en), Name(n), Vorname(n)** **Haferkamp, Dr.-Ing. Klaus**		8. **Abschlussdatum** **11. Dezember 2000** 9. **Veröffentlichungsdatum** **12. Dezember 2000**
6. **Durchführende Institution (Name, Anschrift)** TÜV Anlagentechnik, Köln Unternehmensgruppe TÜV Rheinland / Berlin-Brandenburg Geschäftsfeld Anlagensicherheit Am Grauen Stein 51105 Köln Im Auftrag der Technischen Universität Berlin Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin		10. **UFOPLAN-Nr.** 20404 903 / 05 11. **Seitenzahl** 35 12. **Literaturangaben** **14**
7. **Fördernde Institution (Name, Anschrift)** Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 14193 Berlin		13. **Tabellen und Diagramme** **9** 14. **Abbildungen** **2**
15. **Zusätzliche Angaben** Verbundforschungsvorhaben mit sechs Teilvorhaben		

16. Kurzfassung

Ziel des vorliegenden Teilvorhabens ist es, am Beispiel einer kontinuierlichen verfahrenstechnischen Produktionsanlage die Möglichkeiten und Grenzen des Dokumentationssystems DOSIS zu ermitteln den Stand der Sicherheitstechnik für Produktionsanlagen darzustellen.

Aus einer Anlage zur Zerlegung von Rohöl und Aufarbeitung der Folgeprodukte wird entsprechend der 3-stufigen hierarchischen Gliederung in DOSIS eine Teilanlage ausgewählt, ein Kreisprozeß zur kontinuierlichen Dehydrierung. Für diese Teilanlage wird eine Gefahrenanalyse durchgeführt. Die ermittelten sicherheitsrelevanten Aussagen und Maßnahmen werden für die Darstellung in DOSIS aufbereitet und in die Datenbank eingegeben. Für den Teil der für die Anlage speziell Sicherheitsanforderungen zeigt sich, daß die Darstellung in der vorgegebenen Struktur der Datenkategorie „Technisches Regelwerk" nur sehr generell darstellbar sind und nicht den Stand der Sicherheitstechnik erfassen. Für diese Art verfahrenstechnischer Anlagen ist es erforderlich, Sicherheitsaufgaben konkret zu benennen, um getroffene Maßnahmen zutreffend generalisieren und eindeutiger zuordnen zu können.

In der zur zeit realisierten Datenbankstruktur werden die sicherheitsrelevanten Maßnahmen der datenkategorie „Technisches Regelwerk" zugeordnet, die aus Vorschriften, Technischen Regeln und anderen in förmlichen Verfahren oder durch betroffene Organisationen ermittelten Dokumentationen zur Sicherheitstechnik und –organisation besteht. Damit wird die Möglichkeit einer Aktualisierung der in dem Dokumentationssystem integrierten sicherheitsrelevanten Aussagen angestrebt.

Ein erster Ansatz zur Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik im Sinne der Störfallverordnung über die ober angeführten sicherheitsrelevanten Dokumentationen hinaus wird mit der Datenart „Sicherheitshinweis" in die Datenbank eingeführt.

Direkt nutzbar ist DOSIS für die dokumentierten Anlagen und in einem engen Rahmen für vergleichbare Anlagen.

Der Stand der Sicherheitstechnik kann in einer an der Darstellung von Anlagen orientierten Datenbank wie DOSIS nur beispielhaft erfaßt werden.
Daher muß der Zugang zu der Datenbank für einen Nutzer so gestaltet sein, daß

- anhand der dokumentierten Anlagenbeispielen die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik aufgezeigt wird und
- die beispielhaften Lösungsansätze für sicherheitstechnische Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit den sicherheitstechnischen Kriterien dargestellt werden, denen sie genügen sollen und damit eine analoge Übertragung auf die vorgegebene Aufgabenstellung möglich wird.

Das Datenbanksystem Dosis sollte in dieser Hinsicht weiterentwickelt werden.

17. Schlagwörter
Sicherheitstechnik, Störfallverordnung, Anlagensicherheit, Datenbank

18.	**19.**	**20.**

Report Cover Sheet

1. Report-No UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Documentation System of Best Available Techniques for Loss Prevention Project: Options and limits to transfer continuous mode production processes into the data base system DOSIS		
5. Author(s), Family Name(s) **Haferkamp, Dr.-Ing. Klaus**		**8. Report Date** **11.December 2000** **9. Publication Date** **12. December 2000**
6. Performing Organisation (Name, Address) TÜV Anlagentechnik, Köln Unternehmensgruppe TÜV Rheinland / Berlin-Brandenburg Geschäftsfeld Anlagensicherheit Am Grauen Stein 51105 Köln Im Auftrag der Technischen Universität Berlin Straße des 17. Juni 135 10623 Berlin		**10. UFOPLAN-Ref. No.** 20404 903 / 05 **11. No. of Pages** **35** **12. No. of References** **14**
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) Bismarckplatz 1 14193 Berlin		**13. No. of Tables, Diagrams** **9** **14. No. of Figures** **2**
15. Supplementary Notes Combined research and development project (six projects)		

16. Abstract

It is the objective of this part of the research project to find out the options and limits of the documentation system DOSIS by trying to transfer a continuous mode production process into the data base system, and to show how the data base system can be used to evaluate the state of safety technology for this kind of process plants.

According to the 3 stages implemented in DOSIS to document the structure of process plants, a definite part of a plant to fractionate crude oils and process the products intended, was selected , a cycle process to build aromatic hydrocarbons by dehydrogenation. For this part of the plant a hazard analysis has been done. The safety-related items and measures identified are prepared to transfer them to the data base and as far as possible are inserted. As a result, safety measures directly related to the system under consideration can only be documented in a very rough manner in terms of the data category “Technisches Regelwerk“. For this kind of process plants, the safety principles according to which a plant must be performed and handled, should be named. Only then individual safety measures can be generalised in a manner that is sufficient to evaluate comparable measures not documented in the data base.

The structure of the documentation of safety related measures in the present structure of DOSIS in the data category “Technisches Regelwerk” is based on statutory and technical regulations and other kinds of documentation of plant safety being accepted by a formal process or edited by an organisation concerned. The aim is to have an access to update DOSIS according to changing safety regulations.

A first attempt to complete the documentation structure of the state of safety technology in accordance with the definition of the German hazardous incidents ordinance has been done with the introduction of a class of data named “Sicherheitshinweis”.

A direct use of DOSIS is given for the facilities documented and with limited validity for equivalent facilities.

The state of plant safety can be met in a documentation system like DOSIS, oriented on the presentation of facilities only in an exemplary manner.

To make DOSIS more effective, the access for a user must be organised in a manner that

- The way how to use the information given by the example facilities documented to find out the actual state of safety technology for a facility under consideration, must be shown in a more general manner and
- Approaches to safety problems as documented according to the example facilities must be shown in the context of systematic safety considerations to allow the transfer to an actual problem.

To improve the applicability of DOSIS it should be developed including the items mentioned.

17. Keywords
Safety engineering, Hazardous Incident Ordinance, plant safety, Best Available Techniques, Loss Prevention, Databank

18.	**19.**	**20.**

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung

Das vorliegende Teilvorhaben zur Weiterentwicklung des Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik DOSIS steht in einer Reihe von vorausgehenden FE-Vorhaben zur systematischen Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik. Nachdem in einem vorausgehenden Verbundvorhaben /11/ versucht wurde, verschiedene Arten von Anlagen so darzustellen, daß sie in einem Dokumentationssystem darstellbar sind, wird in diesem Verbundvorhaben der Versuch unternommen, die so ermittelten Daten in eine Datenbank auf der Basis von Access einzugeben mit dem Ziel, ein Informations- / Beratungssystem zum Stand der Sicherheitstechnik zu schaffen.

Die Eignung einfacher Anlagen, wie die verschiedenen Arten von Lageranlagen für die Darstellung in DOSIS, konnte aufgrund des Verbundvorhabens /11/ dargelegt werden. Die Untersuchung der Darstellung von diskontinuierlichen und kontinuierlichen verfahrenstechnische Produktionsanlagen in einer Datenbank wurde in /11/ nicht bis zu einem ausreichend eindeutigen Ergebnis geführt.

Gemäß den Erkenntnissen aus /11/ wurde ein Konzept für die Grundstruktur eine Datenbank zur Dokumentation des Standes der Sicherheitstechnik entwickelt /12/ sowie auf der Basis von ACCESS ein erstes Datenbankmodell zur Aufnahme und Darstellung von sicherheitsrelevanten Daten von Anlagen erstellt, in denen gefährliche Stoffe gehandhabt werden /13/.

Die Rahmenbedingungen, die durch die vorliegende Struktur von DOSIS gegeben werden, sind:

Die Darstellung von Anlagen erfolgt hierarchisch in 3 Stufen:

Anlagen / Teilanlagen - Funktionsgruppen - Anlagenelemente,

Die Zuordnung von ergänzenden sicherheitsrelevanten Angaben, z.B. über die eingesetzten Stoffe, die Anlagenumgebung, erfolgt mit Hilfe der Datenkategorie „Basisdaten“ mit folgenden Datenarten:

Stoffklasse, Handhabungsklasse, Prozeßkennklasse, Standort, Zeitpunkt

Die Basisdaten wurden im Laufe des Vorhabens um die Datenart „Sicherheitshinweis“ ergänzt.

Zur Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik wurde die Vorgabe gemacht, diesen nach den Anforderungen und Maßnahmen darzustellen, die im Technischen Regelwerk dokumentiert sind.
Dazu wurde die Datenkategorie „Technisches Regelwerk“ eingeführt und gegliedert nach den Datenarten:
Rechtsvorschrift, Technische Regel, BG-Schrift, Ausschußempfehlung, Verbandsempfehlung, Norm.

Die Eignung dieser Datenbankstruktur zur Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik auch für verfahrenstechnische Produktionsanlagen wurde in 2 Teilvorhaben an diskontinuierlichen und kontinuierlichen Produktionsverfahren untersucht.
In dem hier vorliegenden Teilvorhaben wird untersucht, inwieweit die Datenbankstruktur auf kontinuierliche verfahrenstechnische Produktionsanlagen anwendbar ist.
Dazu wird eine Teilanlage gewählt aus einer Anlage des Raffineriebereiches zur kontinuierlichen thermischen Aufbereitung von Erdöl zu Vorprodukten für die Kunststoffindustrie und Fertigprodukten in Form von Kraftstoffen. Die gewählte Teilanlage zur katalytischen Dehydrierung mit Bildung von Aromaten stellt eine typische kontinuierliche Reaktion dar.

2 Darstellung der Forschungsergebnisse

2.1 Darstellung der kontinuierlichen Produktionsanlage in der Datenbank DOSIS

2.1.1 Chemische Reaktionen in Anlagen zur Aufarbeitung von Erdöl

Die Raffinerieanlage, aus der ein Teilbereich ausgewählt wurde, dient zur kontinuierlichen thermischen Aufbereitung von Erdölen verschiedener Herkunft zu Vorprodukten für die Kunststoffindustrie und Fertigprodukten, z.B. Kraftstoffe. Chemische Reaktionen werden im Verlauf der Aufarbeitung eingesetzt zur Dehydrierung mit dem Ziel der Anreicherung von Aromaten, zur Hydrierung und Bildung von Flüssiggasen und in verschiedenen Stufen zur Aufspaltung der im Erdöl enthaltenen schwefelhaltigen Verbindungen und Überführung in reinen Schwefel oder in Verbindungen, die aus dem Produktionsprozeß ausgeschleust werden können.

Die Gestaltung der chemischen Reaktionen ist auf den kontinuierlichen Verfahrensablauf abgestimmt und weiterhin optimiert hinsichtlich der bei der thermischen Aufarbeitung gewünschten Produktpalette, der Energiebilanz der Gesamtanlage und unter emissions- und sicherheitstechnischen Aspekten. Diese betreffen u.a. die sichere Beherrschung der Reaktion, die Begrenzung der Konzentrationen bestimmter Komponenten in den Stoffströmen, wie Benzol und die dadurch bedingte Ausrüstung der Anlage, z. B. hinsichtlich Werkstoffen, Gestaltung der Dichtheit lösbarer Verbindungen und von Förderaggregaten.

2.1.2 Beschreibung der Teilanlage Platformierung

Die ausgewählte Teilanlage dient der kontinuierlichen katalytischen Dehydrierung unter Bildung von Aromaten. Dies geschieht durch Einfügung eines Kreislaufprozesses hinter der ersten Destillationsstufe des Erdöls in den Stoffstrom der leichtersiedenden Erdölkomponenten.

Der flüssige Stoffstrom aus der Destillation wird dem Kreislaufstrom zugemischt. Ein in dem Festbettreaktor mit Aromaten angereicherter Stoffstrom wird durch Teilkondensation des Produktstromes abgeschieden und einer Vordestillation unterworfen zur Abtrennung der Aromatenfraktion. Die aus dieser Destillation erhaltenen Siedeschnitte werden in weiteren Teilanlagen aufgearbeitet. Der bei der Reaktion gebildete zusätzliche Wasserstoff wird nach Verdichtung gleichfalls aus dem

Reaktionskreislauf abgetrennt, einer Reinigung unterzogen und anschließend als wasserstoffreiches Gas zur Weiterverwendung in andere Bereiche der Raffinerie abgegeben.

Zur Aufrechterhaltung der Wirksamkeit des Katalysators wird dem Kreislaufstrom ein in einer getrennten Mischanlage mit flüssigem Kreislaufprodukt vorgemischter Mengenstrom eines Aktivators zugeführt.

Der Kreislaufstrom wird nach der Zumischung des Einsatzstromes vorgewärmt, in einem Röhrenofen auf die für die Reaktion erforderliche Temperatur erhitzt und durch den mit einem Katalysator im Festbett ausgerüsteten Reaktor geleitet. Die Umsetzung zu Aromaten unter Bildung von Wasserstoff erfolgt endotherm bei ca. 500°C und 30 bar. Anschließend wird der Kreislaufstrom in 3 Stufen abgekühlt, rückverflüssigt und in einem Hochdruckseparator in den flüssigen Produktstrom und den gasförmigen Kreislaufstrom getrennt. Der Kreislaufstrom wird verdichtet, ein wasserstoffreicher Teilstrom ausgeschleust und der Reststrom zur Mischstelle mit dem Einsatzstrom geführt.

In Abständen von ca. 2 Jahren wird der Reaktor von dem Kreislaufstrom getrennt, der Katalysator ersetzt und aufbereitet und anschließend der inertisierte Reaktor wieder in den Kreislauf eingeführt.

Der Kreislauf-Rückstrom nach der Ausschleusung von Hauptproduktstrom und Gas ist abhängig von dem gewählten Reaktionsverfahren und der angestrebten Ausbeute. Er beträgt in dem vorliegenden Fall ca. 60 % des Durchsatzes durch den Reaktionsbereich der Teilanlage.

2.1.3 Erhebung der sicherheitsrelevanten Kenndaten der Anlage

2.1.3.1 Betrachtungen zur Begrenzung der Mengen gefährlicher Stoffe in großen Produktionsanlagen

Zur Erhebung der sicherheitsrelevanten Kenndaten wurde eine Gefahrenanalyse nach der in /3,7/ dargestellten Methode (Deduktive Gefahrenanalyse) durchgeführt. Das System der in dieser Analysemethode angewandten generellen Gefahrenquellen entspricht dem in Kapitel 2.2.1 dargestellten System von Sicherheitsgrundsätzen.

Als Voraussetzung zur Durchführung der Gefahrenanalyse werden die Störfalleintrittsvoraussetzungen ermittelt. Die betrachtete Teilanlage wird in Untersysteme unterteilt, die für die Durchführung der Gefahrenanalyse aus sicherheitstechnischer Sicht und unter Berücksichtigung der verfahrenstechnischen Einheiten geeignet sind.

Aus der Beschreibung der Störfalleintrittsvoraussetzungen, bezogen auf den Standort innerhalb eines Betriebsbereiches und auf den betrachteten Anlagenteil innerhalb der Anordnung der Anlage folgen für das zu betrachtende Ereignis Art, Zustand und Mengenstrom an freigesetztem gefährlichem Stoff. Diese Größen bilden die Grundlage der Bewertung, ob die hinsichtlich einer Gefahrenquelle installierten sicherheitsrelevanten Maßnahmen dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen.

Bei Anlagen mit sehr großem stofflichen Gefahrenpotential gehören zur Darstellung der Störfalleintrittsvoraussetzungen darüber hinaus Randbedingungen zur Begrenzung des Hold-up, der in der betroffenen Teilanlage nicht überschritten werden sollte. Diese Sicherheitsstrategie erleichtert die sichere Begrenzung von Auswirkungen bei einer Störung des Betriebes mit Freisetzung. In /14/ wird diese Strategie näher ausgeführt, wobei vorwiegend Anlagen zur Herstellung von Kunststoff - Vorprodukten betrachtet werden. Raffinerieanlagen haben in der Regel einen höheren Vernetzungsgrad der Teilanlagen untereinander, so daß die in /14/ vorgegebenen Maßgaben nur als Richtwerte zu betrachten sind.

Aus sicherheitstechnischer Sicht bedeutet dies die Einteilung einer Anlage mit großem Gefahrenpotential in Einheiten, die von einem sicheren Ort, z.B. der Meßwarte aus über ansteuerbare Armaturen eingeblockt und gegebenenfalls gefahrlos in andere Anlagenbereiche oder in ein Fackelsystem entleert werden können.

Die Deduktive Gefahrenanalyse unterstützt methodisch diese Betrachtungsweise und es bietet sich an, solche ferneinblockbaren Anlagenabschnitte als Einheiten zu untersuchen.

Die betrachtete Teilanlage Platformer wird auf der Grundlage der Arten der Stoffe, der Stoffmengen und der verfahrenstechnischen Prozesse in die folgenden 4 „Blöcke“ eingeteilt:

Block Nr.	**Benennung**	**Hold-up**
1	Dehydrierung	ca. 25 t leichtentzündliche Flüssigkeiten / brennbare Gase
2	Kopfprodukt - Reinigung	ca. 0,3 t brennbare Gase
3	Aromaten - Vordestillation	ca. 25 t leichtentzündliche Flüssigkeiten
4	Katalysator - Aufbereitung	ca. 2 t leichtentzündliche Flüssigkeiten

2.1.3.2 Gefahrenanalyse für Block 1: Reaktion

Block 1 wird in diesen FE-Vorhaben beispielhaft weitergehend betrachtet. Für diesen Block werden die sicherheitsrelevanten Kenndaten aus der Gefahrenanalyse ermittelt. Tabelle 2-1 zeigt die Liste der auf den Block 1 angewendeten generellen anlagenbezogenen Gefahrenquellen nach /4/. Tabelle 2-2 gibt das Formblatt wieder, wie es zur Durchführung der Gefahrenanalyse verwendet wurde.

Aus der Gefahrenanalyse ergeben sich im Sinne des Datenbanksystems die in diesem Teil der Anlage zu berücksichtigenden Elemente des technischen Regelwerkes. Darüber hinaus folgen aus ihr die technischen und organisatorischen Maßnahmen, die für die betrachtete Funktionsgruppe oder das Anlagenelement im Funktionszusammenhang der Teilanlage erforderlich sind. Diese Maßnahmen werden im veröffentlichten Technischen Regelwerk nur in generalisierter Form berücksichtigt, siehe z.B. TRD 700 „Druckbehälter in verfahrenstechnischen Anlagen“. Soweit sie für die Art der Anlage typische Anforderungen betreffen, sind sie in der Regel in werksspezifischen Vorschriften festgelegt. Zum Teil sind Maßnahmen auch direkt auf die Stoffeigenschaften in Verbindung mit den Zustandsgrößen Druck und Temperatur zurückzuführen.

Zur Durchführung der Gefahrenanalyse und zur Aufnahme in die Datenbank wurde der Block 1 in für den Kreislaufprozeß typische Funktionsgruppen gegliedert:

- Reaktor
- Erhitzer
- Separator
- Verdichter
- Produkt-Vorwärmer
- Luftkühler
- Wasserkühler
- Rohrleitungssystem
- Ferneinblockung
- Schnellabschaltung

Die **Störfalleintrittsvoraussetzungen** der Teilanlage Platformierung, Block 1 sind:

- Brand / Explosion von Kohlenwasserstoff- / Wasserstoff-Luftgemischen (max. 20% H_2)
- Freisetzung von toxischen, kanzerogenen Stoffen (Benzolgehalt: Naphtha 2%, Produktstrom hinter dem Separator > 5%)

Die vollständige Gefahrenanalyse konnte aus Gründen des Datenschutzes nicht in diesem Bericht dokumentiert werden.

Die Art der Aufnahme sicherheitstechnischer Anforderungen aus der Gefahrenanalyse in die Datenbank ist in Kapitel 2.2 dargelegt.

Sicherheitsrelevante Aspekte des Kreislaufprozesses sind insbesondere folgende:

- Beständigkeit der Werkstoffe im Bereich von hohem Druck und hoher Temperatur (Erhitzer, Reaktor) gegen Wasserstoffkorrosion
- Schutz des Kreislaufgasverdichters gegen unzulässige Belastung z.B. durch Flüssigkeit
- Die Flüssigkeitsführung im Separator als Schutz gegen Durchschlag von Flüssigkeit bzw. Gas in andere Anlagenbereiche,
- Die Dichtheit der Anlage gegen Freisetzung von leichtentzündlichen Gasen (Wasserstoff) und toxischen, karzinogenen Stoffen (Benzol).

Funktionsgruppen, die vorwiegend aus sicherheitsrelevanten Gründen installiert wurden sind:

- Die Ferneinblockung (und Entspannung zur Fackel),
- Die Schnellabschaltung, insbesondere des Verdichters und der Energiezufuhr.

Weiterhin sind beispielhaft für Wäremaustauschprozesse

- Gegenstrom-Wärmetauscher für Produktströme unterschiedlicher Temperatur
- Luftkühler mit Ventilator
- Wärmetauscher mit Kühlung durch Brauchwasser.

Nr.	Generelle Gefahrenquelle
1.	**Freisetzung gefährlicher Stoffe durch mechanisches Versagen der Umschließung von Funktionselementen**
1.1	Konstruktionsfehler
1.2	Fertigungsfehler
1.3	Fehler bei der Aufstellung
1.4	Unzulässiger Druck
1.5	Örtlich unzulässige Temperatur
1.6	Schädigung durch Korrosion, Erosion, Verschleiß, Kavitation
1.7	Schädigung durch Schwingungen
1.8	Schwachstellen an Flanschen, Armaturen, Dichtungen, Meßstellen, Verschlüssen
1.9	Lagerversagen
1.10	Lösen bewegter Komponenten
2.	**Freisetzung gefährlicher Stoffe durch Entstehung oder unkontrollierten Übergang in andere Teilanlagen durch Versagen der Anlagensteuerung**
2.1	Die Reaktion ist gestört
2.2	Stoff entsteht bei Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes
2.3	Die Steuerung ist gestört
2.4	Der Stofffluß ist gestört
3.	**Unmittelbare Freisetzung gefährlicher Stoffe oder Freisetzung durch unkontrollierten Übergang in andere Teilanlagen infolge von menschlichem Fehlverhalten**
3.1	Bedienungsfehler beim bestimmungsgemäßen Betrieb
3.2	Fehler bei In- oder Außerbetriebnahme der Anlage
3.3	Fehler bei Wartung oder Instandsetzung
3.4	Beschädigung
3.5	Fehlverhalten beim innerbetrieblichen Transport von Gefahrstoffen

Tabelle 2-1: Auf die Anlagentechnik bezogene generelle Gefahrenquellen

Nr.	Generelle Gefahrenquelle
4.	**Freisetzung, gefährlicher Stoffe durch Bildung zündfähiger Atmosphäre, Zündung innerhalb von Funktionselementen und Versagen der Umschließung**
4.1	**Bildung einer zündfähigen Atmosphäre in Funktionselementen**
4.1.1	Einsatzstoffe oder Stoffe, die durch menschliches Fehlverhalten zum Einsatz kommen sind brennbar / zündfähig
4.1.2	Zündfähige Atmosphäre durch Undichtigkeiten
4.1.3	Zündfähige Atmosphäre durch menschliches Fehlverhalten
4.1.4	Zündfähige Atmosphäre durch Versagen der Anlagensteuerung
4.1.5	Örtliche Ausbildung einer zündfähigen Atmosphäre
4.2	**Zündung in Funktionselementen**
4.2.1	Heiße Oberfläche, Reibung, mechanisch erzeugte Funken
4.2.2	Flammen, heiße Gase, Kompression strömender Gase
4.2.3	Chemische Reaktion, Bildung entzündend wirkender Stoffe
4.2.4	Elektrostatische Entladung, Ausgleichsströme
4.2.5	Elektrische Funkenbildung
4.2.6	Elektromagnetische Wellen, ionisierende Strahlung, Ultraschall

Tabelle 2-1: Auf die Anlagentechnik bezogene generelle Gefahrenquellen - Fortsetzung

Tabelle: X-1		**Blatt: 1**		
Betriebliche Gefahrenanalyse			**Auf die Anlagentechnik bezogene Gefahrenquellen und Maßnahmen**	
Anlage: Platformierung, Block 1			**Störfalleintrittsvoraussetzungen**: Brand/Explosion von Kohlenwasserstoff- / Wasserstoff-Luftgemischen Freisetzung toxischer und karzinogener Stoffe (benzolhaltige Stoffströme)	
Nr.	**Generelle Gefahrenquellen**	**Betriebliche Gefahrenquellen**	**Störfallverhindernde und begrenzende Maßnahmen, Anforderungen**	**Bemerkung**
1. Freisetzung gefährlicher Stoffe durch mechanisches Versagen der Umschließung von Funktionselementen				
1.1 1.2 1.3	Konstruktionsfehler Fertigungsfehler Fehler bei der Aufstellung	Versagen durch ungeeignete Konstruktion, Verwendung ungeeigneter Werkstoffe und Fertigungsfehler, Versagen durch nicht beanspruchungsgerechte Aufstellung a) Versagen von Druckbehältern: - Kolonnen - Reaktoren - Behältern - Wärmetauschern	Berechnung, Konstruktion, Fertigung nach Richtlinien des Herstellers unter Beachtung der geltenden technischen Regelwerke, AD-Merkblätter, Werkstoffe, die einen Wasserstoffangriff verhindern (mit unterschiedlich hohem Chromanteil) wiederkehrende Prüfung der Druckbehälter nach DruckbehV/TRB	

Tabelle 2-2: Gefahrenanalyse für die auf die Teilsysteme bezogenen Gefahrenquellen und Maßnahmen

2.1.4 Eingabe der Anlagendaten in DOSIS

In Anhang 5 sind beispielhaft die Eingabedaten der Anlage Block 1, der Funktionsgruppen zu Block 1 und der Anlagenelemente zu Funktionsgruppe 9 des Block 1 angegeben. Die Eingaben werden in den ausdruckbaren Berichten zu DOSIS teilweise verkürzt wiedergegeben.

2.1.4.1 Eingabe der Anlagenstruktur

Die Struktur der betrachteten Raffinerieanlage wird aus sicherheitstechnischer Sicht in mehr als 3 Hierarchieebenen gegliedert. Im vorliegenden Fall sind dies die nachfolgenden Ebenen

Hierarchieebene	**Beispielhafte Benennung des Systems**
Gesamtanlage	Anlage zur Aufbereitung von Erdöl in Grundprodukte für die Herstellung von Kunststoffen und Kraftstoffe
Teil-Anlage	Katalytische Dehydrierung zur Aromatenanreicherung (Platformierung)
Ferneinblockbare Anlagenabschnitte	Block 1 bis Block 4
Funktionsgruppen	Reaktor,...., Verdichter
Anlagenelemente	Reaktorbehälter, ..., Schnellabschaltarmatur

In DOSIS wurde der Block 1 als repräsentative Teilanlage im Sinne der Datenbankstruktur aufgenommen und als Fließbild dargestellt. Zum Verständnis der Eingliederung des Blockes 1 in die Teilanlage Platformierung wurde statt eines Aufstellungsplanes das Blockfließbild der Platformierung dargestellt.

Ein Aufstellungsplan wurde nicht erstellt, da die Teilanlage Platformierung nicht eigenständig installiert ist, sondern weitgehend gegliedert nach Arten der Anlagenelemente und unter Berücksichtigung einer Optimierung der Energiebilanz in die Gesamtanlage integriert aufgestellt ist. Den Funktionsgruppen wurden Teilfließbilder zugeordnet, die die sicherheitsrelevanten Komponenten enthalten.

2.1.4.2 Eingabe anlagenspezifischer Basisdaten

Als anlagespezifische Basisdaten wurden die den Funktionsgruppen zuzuordnenden Stoffströme als **Stoffklassen** definiert und den Funktionsgruppen zugeordnet. Dabei

ergab sich, daß Stoffgemische wegen des geringen Speicherplatzes nur verkürzt darstellbar sind. Die in die Datenart „Stoffklasse aufgenommenen Stoffströme sind in der nachfolgenden Tabelle 2-3 angegeben.

Stoffstrom	**Zusammensetzung**
Platformer: Abgabe zu Block 2	Wasserstoff, brennbare Gase: C1-C4
Platformer: Abgabe zu Block 3	Leichtentzündliche Flüssigkeiten FP < 21°C, Benzol > 5 %
Platformer: Einsatzprodukt für Block1	Wasserstoff, brennbare Gase: C1-C4, leichtentz. Flüss. FP< 21 °C, Benzol < 5 %
Einsatzprodukt für Erhitzer F1	Wasserstoff, brennbare Gase: C1-C4, leichtentzündliche Flüssigkeiten FP< 21 °C, Benzol < 5 %
Einsatzprodukt für Filter S1	Leichtentzündliche Flüssigkeiten FP < 21°C, Benzol > 5 %
Einsatzprodukt für Reaktor R1	Wasserstoff, brennbare Gase: C1-C4, leichtentzündliche Flüssigkeiten FP< 21 °C, Benzol < 5 %
Einsatzprodukt für Separator V1	Wasserstoff, brennbare Gase: C1-C4, leichtentzündliche Flüssigkeiten FP< 21 °C, Benzol <5 % Benzol
Einsatzprodukt für Verdichter K1	Wasserstoff, brennbare Gase: C1-C4
Katalysator von Block 4	Zugabe geringer Mengen Aktivator zur Aktivierung des Katalysators in dem Reaktor R1

Tabelle 2-3: Stoffklasse Erdölfolgeprodukte: Kohlenwasserstoffgemische

Da die eingegebene Teilanlage in eine umfangreiche Gesamtanlage integriert ist, wurde auf Angaben zum Standort und zur Umgebung verzichtet.

2.1.4.3 Eingabe sicherheitsrelevanter Anforderungen

Die sicherheitsrelevanten Maßnahmen aus der Gefahrenanalyse wurden soweit möglich auf die grundlegenden Anforderungen aus den in der Datenkategorie „Technisches Regelwerk“ enthaltenen Datenarten zurückgeführt und diese der Teilanlage „Block1“, den Funktionsgruppen bzw. den Anlagenelementen zugeordnet.

Auf die verfahrenstechnische Funktion der Funktionsgruppen und Anlagenelemente und auf das Stoffverhalten bei Freisetzung direkt bezogene Anforderungen wurden generalisiert und als Sicherheitshinweise aufgenommen. Gleichfalls als Sicherheitshinweise wurden Wechselwirkungen zwischen Funktionsgruppen formuliert, die z.B. durch sicherheitstechnisch bedeutsame MSR-Einrichtungen bedingt sind. Jedoch können Sicherheitshinweise ähnlich wie Hinweise zur Zuordnung von Anlagenelementen zu Funktionsgruppen nur in sehr knapper Form eingegeben werden.

Da DOSIS bisher nur die Datenart „Sicherheitshinweis“ für die Aufnahme dieser Art sicherheitsrelevanter Anforderungen vorsieht, sollte die Datenart „Sicherheitshinweis“ nicht der Kategorie Basisdaten, sondern der Kategorie „Technisches Regelwerk“ zugeordnet werden.

Werksspezifische Vorschriften sowie spezifische Maßnahmen, die das Verfahren und die betrachtete Reaktion selber betreffen können aus Gründen des Datenschutzes nicht in die Datenbank aufgenommen werden.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, Maßnahmen dieser Art in Form von Anforderungen zu generalisieren und unter der Datenart „Sicherheitshinweis“ zu dokumentieren. Hierzu müßte jedoch eine eindeutigere Zuordnung der unter der Kategorie „Technisches Regelwerk“ und der Datenart „Sicherheitshinweis“ dokumentierten Anforderungen zu den für z.B. eine Funktionsgruppe zu erfüllenden Schutzfunktionen möglich sein.

2.1.5 Erkenntnisse aus der Eingabe kontinuierlicher Produktionsverfahren in die Datenbank DOSIS

2.1.5.1 Grenzen der bisherigen Datenbankstruktur

Produktionsanlagen haben in der Regel einen wesentlich höheren Komplexitätsgrad als die übrigen Anlagenarten, an denen sich bisher das Konzept der Datenbank orientiert.

Daher ist die konsequente Gliederung der Anlagen in DOSIS in 3 Hierarchieebenen, die das Verwenden von Funktionsgruppen und Anlagenelementen in mehreren Anlagen ermöglichen soll, auf solche Anlagen nur eingeschränkt anwendbar. Für eine vollständige Darstellung der vorliegenden Produktionsanlage wären 5 Hierarchieebenen erforderlich. Dabei ist insbesondere unter dem Aspekt von Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen bei Freisetzungen erforderlich, die Gesamtanlage zu betrachten (Explosionsschutzzonen, Gaswarnanlagen, Begrenzungseinrichtungen).
Die im Technischen Regelwerk dokumentierten Anforderungen und Maßnahmen, so zum Beispiel in den Technischen Regeln Druckbehältern, sind für verfahrenstechnische Anlagen generell als Beispiellösungen formuliert, mit der Forderung, daß eine real getroffene Maßnahme sicherheitstechnisch gleichwertig sein muß. Eine Bewertung dieser Art kann aber nur erfolgen, wenn die Sicherheitsfunktion formuliert wird, der die Maßnahme zuzuordnen ist. Dies trifft um so mehr bei mehreren Maßnahmen zu, die derselben Sicherheitsfunktion zugeordnet sind.
Insbesondere bei Maßnahmen, die nicht vom Technischen Regelwerk erfaßt werden, ist es erforderlich, diese einer Sicherheitsfunktion zuzuordnen und sie in der Reihenfolge ihrer Aktivierung beim Wirksamwerden einer Gefahrenquelle darzustellen.
Nicht darstellbar in DOSIS sind Sicherheitszusammenhänge, die im anlagentechnischen Verbund getrennt oder räumlich getrennt sind. Gleichfalls nicht darstellbar sind Sicherheitszusammenhänge, die an verfahrenstechnisch getrennten Teilsystemen auftreten, wenn diese z.B. durch wärmetechnische Kopplung im engen Verbund installiert sind.

2.1.5.2 Ergänzung der Datenbankstruktur DOSIS um ein Systems von Sicherheitsgrundsätzen und –anforderungen

Die Datenbankstruktur wurde im wesentlichen auf der Grundlage des Verbundvorhabens /11/ entwickelt, in dem konkrete Vorlagen für eine Eingabe in eine Datenbank nur für einfachere Anlagen, z.B. Lagerung und mit der Lagerung verbundene Füll- und Entleervorgänge erstellt wurden. Bezogen auf die gehandhabten Stoffe sind diese Anlagen nur für einen einzigen Stoff oder für eine Stoffgruppe mit einer eindeutig definierten Gefährung ausgelegt.

Als einzige Anlage zum Umgang mit Gefahrstoffen verschiedenartiger Gefährdungen wurde ein Gefahrgut-Stückgut-Lager betrachtet /3/. Der für dieses Lager dargestellte Vorschlage eines Dokumentationssystems wurde in dem Bericht „Informationstechnische Begleitung" /4/ des Verbundvorhabens /11/ positiv bewertet, jedoch in dem bisherigen Konzept der Datenbank nicht berücksichtigt. Dieser Vorschlag baut auf dem in den FE-Vorhaben /1/ und /2/ entwickelten hierarchischen System von Gefahrenquellen bzw. Sicherheitsgrundsätzen auf.

Keine konkreten Vorlagen für eine Datenbankstruktur wurden in /11/ erstellt für kontinuierliche und diskontinuierliche Produktionsanlagen. Solche Anlagen zeichnen sich gegenüber den dargestellten Anlagen aus durch eine größere Komplexität und wegen der Stoffströme oder Produktionschargen aus Stoffen mit verschiedenartigen und auch wechselnden Gefährdungen. Das vorliegende Teilvorhaben zeigt an einem Beispiel für kontinuierliche Produktionsanlagen, daß zu einer Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik

- Informationen zur betrachteten Anlage überwiegend auf der Grundlage von Fließbildern nicht ausreichen,
- der Bezug auf das Technische Regelwerk im Sinne der vorliegenden Struktur in DOSIS nicht konkret genug ist, um Sicherheitsanforderungen aufzuzeigen.

Bei einer Weiterentwicklung von DOSIS sollte zur Darstellung der in Produktionsanlagen installierten Sicherheitstechnik ein System von Sicherheitsgrundsätzen, wie in /1/ entwickelt und in dem Bericht zum Teilvorhaben Gefahrgut-Stückgut-Lager dieses Verbundvorhaben nochmals dargestellt, einbezogen werden. In dieser oder einer vergleichbaren Form können Sicherheitsaufgaben eindeutig formuliert und beispielhafte Maßnahmen entsprechend dem Stand der Sicherheitstechnik dargestellt werden. Damit wird eine Bewertung der Gleichwertigkeit verschiedener Lösungen einer Sicherheitsaufgabe ermöglicht.

Das in /1/ erstmals dargestellte System genereller Gefahrenquellen bzw. Sicherheitsgrundsätze hat seine Eignung erwiesen. Auf der Grundlage der Darstellung insbesondere in /2/ existieren eine Reihe von Checklisten in der chemischen Industrie, mit denen, zugeschnitten auf die besonderen Anforderungen des betreffenden Betriebes, Gefahrenanalysen durchgeführt werden. Weiterhin wurde auf der Grundlage des Vorhabens /1/ die TRGS 300 „Sicherheitstechnik" /5/ entwickelt, die als Vorlage zur Durchführung von Gefahrenanalysen für Gewerbebetriebe dient, die mit Gefahrstoffen

umgehen. Das System der Sicherheitsgrundsätze der TRGS 300 wurde z.B. in /6/ erfolgreich herangezogen zur Bewertung von Screening-Methoden zur Ermittlung des Gefahrenpotentials von Produktions- und Lageranlagen für gefährliche Stoffe.

2.2 Erkenntnisse aus dem Umgang mit der Datenbankstruktur DOSIS

Diese Erkenntnisse wurden vom Autor im Rahmen des Verbundvorhabens während der zeitgleichen Bearbeitung der beiden Teilvorhaben 1 „Stückgutlager“ und 5 „Kontinuierliche verfahrenstechnische Produktionsverfahren“ gewonnen. Daher sind die Kapitel in den beiden Berichten gleichlautend. Die in DOSIS unter der Datenart „Sicherheitshinweis“ aufgenommene Liste von Sicherheitsgrundsätzen sind in Anhang 2 des Berichts zum Teilvorhaben 1 wiedergegeben.

2.2.1 Einführung der Datenkategorie „Sicherheitshinweis“

Die Kategorie „Sicherheitshinweis“ wurde als Ergebnis der Diskussion der Bearbeiter des Verbund-Forschungsvorhabens in die Datenbank DOSIS aufgenommen. Als Vorgabe wurde unter dieser Datenkategorie eine Liste von Sicherheitsgrundsätzen und –anforderungen aufgenommen, die auf der Basis von /1/ entwickelt und u.a. aufgrund der TRGS 300 „Sicherheitstechnik“ im Geltungsbereich der Gefahrstoffverordnung bei Anlagen zum Umgang mit Gefahrstoffen zur Ermittlung der installierten technischen und organisatorischen sicherheitsrelevanten Maßnahmen eingesetzt wird.

Diese Grundsätze sind aus dem Begriff des Störfalles abgeleitet und orientieren sich an den 3 Barrieren:

1. Sichere Umschließung des gefährlichen Stoffes
2. Sichere Begrenzung der Auswirkungen von Freisetzungen
3. Sicherung der Anlage gegen Einwirkungen aus der Umgebung

Sie sind in Anhang 2 in den Tabellen 6-1 bis 6-3 dargestellt.

In dem vorliegenden Verbund-FE-Vorhaben werden Sicherheitshinweise dann verwendet, wenn die erforderlichen sicherheitsrelevanten Maßnahmen aus den anderen Datenkategorien nicht ableitbar sind sowie wenn Anforderungen aus Wechselwirkungen von verschiedenen Funktionseinheiten formuliert werden müssen. Daraus folgt, daß in den verschiedenen Teilvorhaben diese Hinweise je nach Zweckmäßigkeit definiert werden. So wird der Kontext, in dem die in den Tabellen 6-1 bis 6-3 aufgeführten Sicherheitsgrundsätze und –anforderungen entwickelt wurden, im vorliegenden FE-Vorhaben

nicht ausgenutzt und ist nicht erkennbar. Einen Hinweis auf die Möglichkeiten einer systematischen Anwendung zeigt Anhang 5.2.

2.2.2 Darstellung von Anlagen in DOSIS

In dem vorliegenden Dokumentationssystem liegt der Schwerpunkt der Darstellung der Anlagen auf der Visualisierung mit Hilfe von Fließbildern, die sich an den Darstellungen gemäß DIN 28004 „Fließbilder für verfahrenstechnische Anlagen" orientieren. Diesen Darstellungen sollen die dokumentierten sicherheitsrelevanten Anforderungen und Maßnahmen nach ihrem Herkunftsdokument als Vorschrift, Technischer Regel, Verbandsempfehlung zugeordnet werden. Eine direkte Benennung der Gefährdung, die von einer technischen Einheit ausgeht, und eine systematische Darstellung sowie Zuordnung der Maßnahmen zu diesen Gefahren ist nicht Gegenstand des Vorhabens.

Diese Vorgaben führen in einigen Teilvorhaben dazu, daß die darzustellenden Anlagen in Anlehnung an die Praxis in verschiedenen Variationen dargestellt werden, so daß der Anschein einer vollständigen Erfassung der möglichen sicherheitsrelevanten Maßnahmen erweckt wird.

Da Gruppen von organisatorischen Maßnahmen in der vorgegebenen Struktur zunächst nur schwer darstellbar sind, siehe auch Lageranlagen, wurden die zunächst für technische Komponenten vorgesehenen Begriffe „Funktionseinheit" und „Anlagenelement" in dieser Richtung erweitert verwendet.

2.2.3 Kriterien zur Festlegung des Standes der Sicherheitstechnik und Umsetzung in DOSIS

Als Ansatz zur Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik wurde in DOSIS der Bezug auf die in förmlichen Verfahren oder durch öffentliche Organisationen ermittelten Vorschriften und Dokumentationen gewählt, um auf Änderungen dieser Vorschriften einfach reagieren zu können und so die Datenbank dem sich entwickelnden Stand der Sicherheitstechnik anzupassen.

Daher sind in der vorliegenden Struktur der Datenbank sicherheitsrelevante Anforderungen und Maßnahmen nur darstellbar, soweit sie in Technischen Regeln oder in einer anderen veröffentlichten Dokumentation erfaßt sind. In begrenztem Maß erweitert wird

dies durch die Einführung der Datenkategorie „Sicherheitshinweise“. Nicht explizit darstellbar sind z.B. sicherheitsrelevante Maßnahmen, die in werksinternen Vorschriften dargestellt und aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht werden

Die vorliegenden Technischen Regeln sind überwiegend nicht systematisch in Grundsätze, Anforderungen und Maßnahmen gegliedert und enthalten daher sicherheitsrelevante Aussagen mit unterschiedlichem Konkretisierungsgrad. Oft enthalten sie beispielhafte Maßnahmen, die auf die betrachtete sicherheitsrelevante Aufgabe nur analog, nicht aber direkt anwendbar sind.

Nur mit großem Aufwand zu erfassen sind auf diese Weise auch substanzielle Änderungen dieser sicherheitsrelevanten Dokumente. Die deutschen Vorschriften umfassen bisher Beschaffenheit und Organisation des zu regelnden Bereiches. Aufgrund der von der EG herausgegebenen Richtlinien zur Beschaffenheit von Komponenten, Maschinen und sonstigen Einrichtungen werden in Deutschland zunehmend getrennte Vorschriften für die Beschaffenheit von Einrichtungen (direkte Umsetzung von EG-Richtlinien) und für organisatorische Anforderungen herausgegeben.

Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß die direkt in deutsches Recht umgesetzten EG-Beschaffenheits-Richtlinien, z.B. die Maschinenverordnung (9. GSGV), die Explosionsschutzverordnung (11.GSGV), sowie die noch nicht umgesetzte Druckgeräterichtlinie (97/23/EG), als Nachweis der sicherheitsrelevanten Eignung der betrachteten Einheiten Gefahrenanalysen fordern. Dies bedeutet eine Benennung der mit dem Einsatz der jeweils zu betrachtenden Einrichtung verbundenen Gefährdungen und die Bewertung, daß die Einrichtung aufgrund der getroffenen Maßnahmen und der in der Betriebsanweisung festgelegten Handhabung sicher ist. Diese im Rahmen der EG zunehmend verwendete Art der sicherheitsrelevanten Bewertung ist bisher in DOSIS nicht vorgesehen.

2.2.4 Zielgruppen der Datenbank und Nutzen für künftige Datenbankbenutzer

Die Zielsetzung von DOSIS ist die Unterstützung bei der Lösung sicherheitsrelevanter Fragestellungen oder eine Anleitung zur sicherheitsrelevanten Konzeption von Anlagen zum Umgang mit gefährlichen Stoffen.

In der vorliegenden Form bietet DOSIS Komplettlösungen für eine begrenzte Zahl von Anlagentypen an. Der Benutzer hat zu bewerten, ob er diese Lösungen übernimmt oder ob die ihm vorliegende Lösung einer sicherheitsrelevanten Aufgabenstellung der in DOSIS dokumentierten Lösung gleichwertig ist. Hierzu sollte die Datenbank um eine entsprechende Hinführung zu den sicherheitsrelevanten Fragen, denen die angebotenen Problemlösungen zugeordnet werden können, ergänzt werden.

DOSIS dokumentiert in Beispielen die Anwendung der zur Zeit geltenden Vorschriften und von in anderer Form kodifizierten Dokumentationen zum Stand der Sicherheitstechnik. Die Datenbank in der vorliegenden Form ist keine Referenz zum Stand der Sicherheitstechnik im Sinne der Störfallverordnung, wie er z.B. in /10/ dargestellt ist.
Zielgruppen einer Datenbank wie DOSIS sind die an der Bewertung der Anlagensicherheit im Rahmen von

- Genehmigungsverfahren
- Begutachtungen von Anlagen und
- Erstellung und Bewertung von Sicherheitsberichten

Beteiligten wie Vertreter der Genehmigungsbehörden, der Staatlichen Ämter für Arbeitsschutz und Umweltschutz, Sachverständige für Arbeitsschutz und Anlagensicherheit, Anlagenbauer und –betreiber.
Im Bereich chemischer Produktionsanlagen ist für eine Beurteilung der Sicherheit der Anlage eine umfassende Grundkenntnis des Stoffverhaltens und des Verhaltens und der Zuverlässigkeitskenngrößen der jeweils eingesetzten Komponenten erforderlich. Es wird nicht möglich sein, daß z.B. Personen mit wechselnden Arbeitsgebieten, auch wenn sie sicherheitsrelevante Grundkenntnisse besitzen, aufgrund einer wie vorgegeben strukturierten Datenbank eine Anlage zutreffend bewerten können.
Für eine praktische Anwendung in diesen Aufgabenfeldern sind die in dem vorliegenden Rahmen dokumentierten Sicherheitsaussagen von direktem Nutzen nur für die dokumentierten Anlagen und in sehr engem Rahmen für vergleichbare Anlagen.
Das Beispielhafte einer an Anlagen orientierten Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik und die Dokumentation in einer Form, die

- grundsätzliche Vorgehensweise bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik für eine zu bewertende Anlage aufzeigt oder

- Lösungsansätze für sicherheitsrelevante Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit den Kriterien, denen sie genügen und die damit eine analoge Übertragung ermöglichen kann mit DOSIS in der gegenwärtigen Form noch nicht veranschaulicht werden.

3 Zusammenfassung

Im vorliegenden Teil-Vorhaben des Verbundvorhabens werden die sicherheitstechnischen Maßnahmen, die in einem ausgewählten Teilsystem einer kontinuierlichen verfahrenstechnischen Produktionsanlage, einer Anlage zur Verarbeitung von Erdöl und Erdölprodukten, erhoben. Anschließend werden diese Daten in die vorgegebene Datenbankstruktur DOSIS eingegeben. Dabei werden die Möglichkeiten und Grenzen der Datenbankstruktur zur Eingabe der relevanten Daten und zur Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik für Produktionsanlagen untersucht.

Die Darstellung von Anlagen zum Umgang mit gefährlichen Stoffen erfolgt hierarchisch in 3 Stufen – Anlagen / Teilanlagen, Funktionseinheiten, Anlagenelemente – . Die Anlagen und Funktionsgruppen werden in Form von Fließbildern dargestellt. Die Die Fließbilder werden durch Angaben in der Datenkategorie Basisdaten ergänzt. Der Stand der Sicherheitstechnik wird anhand der Fließbilder durch die Datenkategorie Technisches Regelwerk“ dargestellt. Die Datenkategorie „Technisches Regelwerk“ umfaßt die Datenarten „Vorschriften“, „Technische Regeln“ und sonstige Dokumentationen mit Aussagen zu sicherheitstechnischen Maßnahmen wie „Normen“, „Verbandsempfehlungen“. Zu letzteren gehören Richtlinien der Berufsgenossenschaften, Sachversicherer usw.. Die relevanten Dokumente bzw. Dokumentabschnitte werden ausgewählt und, sortiert nach diesen Kategorien der Anlage, der Funktionsgruppe bzw. dem Anlagenelement zugeordnet.

Zusätzlich wurde im Rahmen der Kategorie „Basisdaten“ die Datenatr „Sicherheitshinweis“ eingeführt. Der vollständige Satz der in Anlehnung an /1/ und /5/ definierten Sicherheitsgrundsätze zu dieser Datenkategorie ist im Bericht zum Teilvorhaben 1 „GeStückgut-gefahrstofflager“ dieses Verbundvorhabens dokumentiert. Sicherheitshinweise werden in dem vorliegenden FE-Vorhaben verwendet, wenn die erforderlichen sicherheitstechnischen Maßnahmen aus den anderen Datenkategorien nicht ableitbar sind.

Die Struktur der betrachteten Raffinerieanlage wird aus sicherheitstechnischer Sicht in 5 Hierarchieebenen gegliedert. Für die Eingaben in DOSIS wurde die 3. Hierarchische Ebene der Raffinerieanlage, d.h. die Ebene der ferneinblockbaren Anlagenabschnitte

als Anlage / Teilanlage gewählt, die dann in Funktionsgruppen, bzw. Anlagenelemente gegliedert wird

So wurde der Block 1 der Platformierung, der den Reaktionskreislauf zur Bildung von Aromaten im engeren Sinne beinhaltet, als repräsentative Teilanlage in die Datenbank aufgenommen und als Fließbild dargestellt. Zum Verständnis der Eingliederung des Blockes 1 in die Teilanlage Platformierung wurde statt eines Aufstellungsplanes das Blockfließbild der Platformierung dargestellt.

Ein Aufstellungsplan wurde nicht erstellt, da die Teilanlage Platformierung nicht eigenständig installiert ist, sondern weitgehend gegliedert nach Arten der Anlagenelemente und unter Berücksichtigung einer Optimierung der Energiebilanz in die Gesamtanlage integriert aufgestellt ist.

Der Block 1 wird in 10 Funktionsgruppen unterteilt, von denen 2 Funktionsgruppen, die Ferneinblockung und die Schnellabschaltung unmittelbare sicherheitstechnische Relevanz besitzen.

Dem Block 1 werden alle für das Teilsystem als Gesamtheit geltenden materiellen Sicherheitsanforderungen in Form der den Maßnahmen zugrunde liegenden Anforderungen aus Datenarten aus der Datenkategorie „Technisches Regelwerk“ zugeordnet, den Funktionsgruppen bzw. Anlagenelementen die jeweils über die für die Teilanlage hinaus geltenden spezifischen Anforderungen aus der Datenkategorie „Technisches Regelwerk“.

Die in DOSIS vorgegebene Datenbankstruktur orientiert sich an den in /11/ erstellten Vorlagen für relativ einfache Anlagen und konkrete Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen mit eindeutigen Gefahrenmerkmalen.

Keine konkreten Vorlagen für eine Datenbankstruktur wurden in /11/ erstellt für kontinuierliche und diskontinuierliche Produktionsanlagen. Solche Anlagen zeichnen sich gegenüber den dargestellten Anlagen aus durch eine größere Komplexität und durch Stoffströme oder Produktionschargen aus Stoffen mit verschiedenartigen und auch wechselnden Gefährdungen. Das vorliegende Teilvorhaben zeigt an einem Beispiel für kontinuierliche Produktionsanlagen, daß zu einer Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik

- Informationen zur betrachteten Anlage überwiegend auf der Grundlage von Fließbildern nicht ausreichen,

- der Bezug auf das Technische Regelwerk im Sinne der vorliegenden Struktur in DOSIS nicht konkret genug ist, um Sicherheitsanforderungen aufzuzeigen.

In dem vorliegenden Dokumentationssystem liegt der Schwerpunkt der Darstellung der Anlagen auf Fließbildern. Diesen Darstellungen werden die dokumentierten sicherheitstechnischen Anforderungen und Maßnahmen nach ihrem Herkunftsdokument als Vorschrift, Technischer Regel, Verbandsempfehlung zugeordnet. Eine direkte Benennung der Gefährdung, die von einer technischen Einheit ausgeht, und eine systematische Darstellung und Zuordnung der Maßnahmen zu diesen Gefahren ist in diesem Vorhaben nicht vorgesehen.

Die Begriffe Funktionseinheit und Anlagenelement wurden im Rahmen des FE-Vorhabens auf organisatorische Anforderungen und Maßnahmen erweitert.

Als Ansatz zur Darstellung des Standes der Sicherheitstechnik wird in DOSIS der Bezug auf die in förmlichen Verfahren oder durch öffentliche Organisationen ermittelten Vorschriften und Dokumentationen gewählt mit dem Ziel, die Datenbank einfach dem sich entwickelnden Stand der Sicherheitstechnik anpassen zu können.

Daraus folgt eine begrenzte Darstellbarkeit des Standes der Sicherheitstechnik im Sinne der StörfallV. Sie wurde zum Teil erweitert durch die Einführung der Datenkategorie „Sicherheitshinweise“.

Die vorliegenden Technischen Regeln enthalten sicherheitstechnische Aussagen mit unterschiedlichem Konkretisierungsgrad bzw. beispielhafte Maßnahmen, die auf die betrachtete sicherheitstechnische Aufgabe nicht direkt anwendbar sind.

Weiterhin werden bei einer derartigen Fortschreibung substanzielle Änderungen der deutschen Vorschriften aufgrund der von der EG herausgegebenen Richtlinien zur Beschaffenheit von Komponenten, Maschinen und sonstigen Einrichtungen nicht erfaßt.

Die direkt in deutsches Recht umgesetzten EG-Beschaffenheits-Richtlinien, z.B. die Maschinenverordnung (9. GSGV), die Explosionsschutzverordnung (11.GSGV), sowie die noch nicht umgesetzte Druckgeräterichtlinie (97/23/EG), fordern als Nachweis der sicherheitstechnischen Eignung der betrachteten Einheiten Gefahrenanalysen. Diese im Rahmen der EG zunehmend verwendete Art der sicherheitstechnischen Bewertung ist bisher in DOSIS nicht vorgesehen.

Die Zielsetzung von DOSIS, die Unterstützung bei der Lösung sicherheitstechnischer Fragestellungen, wird in der vorliegenden Form durch die Darstellung von

Komplettlösungen für eine begrenzte Zahl von Anlagen angestrebt. Der Benutzer muß bewerten, ob er diese Lösungen übernimmt oder ob die ihm vorliegende Lösung der in DOSIS dokumentierten Lösung gleichwertig ist. Eine Hinführung zu den sicherheitstechnischen Fragestellungen ist noch nicht in DOSIS enthalten.

Die Datenbank in der vorliegenden Form ist keine Referenz zum Stand der Sicherheitstechnik im Sinne der Störfallverordnung.

Zielgruppen der Datenbank sind Vertreter der Genehmigungsbehörden, der Staatlichen Ämter für Arbeitsschutz und Umweltschutz, Sachverständige für Arbeitsschutz und Anlagensicherheit, Anlagenbauer und –betreiber.

Direkt nutzbar ist DOSIS für die dokumentierten und in einem engen Rahmen für vergleichbare Anlagen.

Der Stand der Sicherheitstechnik kann in einer an der Darstellung von Anlagen orientierten Datenbank wie DOSIS nur beispielhaft erfaßt werden. Daher muß der Zugang zu der Datenbank für einen Nutzer so gestaltet sein, daß

- die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik für eine zu bewertende Anlage anhand der dokumentierten Beispielanlagen aufgezeigt wird oder

- Lösungsansätze für sicherheitstechnische Aufgabenstellungen im Zusammenhang mit den Kriterien, denen sie genügen müssen dargestellt werden und damit eine analoge Übertragung auf die vorgegebene Aufgabenstellung möglich wird.

Zu der erforderlichen Weiterentwicklung der Datenbank sollten die Erkenntnisse aus /1/ und /3/ ausgewertet und in die Überlegungen einbezogen werden.

Schrifttum

/1/ K. Haferkamp; M. Hein; E. Rudolph; P. Wietfeld:
Ermittlung des aktuellen Standes der Sicherheitstechnik und der Lücken im Bereich der Sicherheitsvorschriften für Anlagen, die der StörfallV unterliegen, Band 1 bis 3
UFOPLAN Nr. 10409212, 01.01.1987

/2/ VdTÜV-Forschungsbericht Nr. 315:
Aufstellung eines Leitfadens zur Erstellung und Prüfung von Sicherheitsanalysen nach § 7 Störfall-Verordnung
VdTÜV-Büro Bonn, 19.12.1990

/3/ K. Haferkamp, M. Meier:
Sicherheitstechnische Anforderungsprofile für Funktionseinheiten sicherheitstechnische bedeutsamer Industrieanlagen – Teil 1 Vielstoff-Gefahrstofflager (siehe auch /11/)
UFOPLAN Nr. 10409408/03

/4/ Franzen, H.:
Sicherheitstechnische Anforderungsprofile für Funktionseinheiten sicherheitstechnisch bedeutsamer Industrieanlagen – Teilprojekt „Informationstechnische Begleitung“ (siehe auch /11/)
UFAPLAN Nr. 10409408/06, Dezember 1992

/5/ TRGS 300: Sicherheitstechnik
Technische Regeln für Gefahrstoffe, Ausgabe Januar 1994,BArbBl. 1/1994, S. 39,zuletzt geändert am 15. April 1995, BArbBl. 5/1995, S. 39

/6/ J. Steinbach, O. Antelmann, M. Lambert
Methoden zur Bewertung des Gefahrenpotentials von verfahrenstechnischen Anlagen und Verfahren
Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung – Fb 820, Dortmund / Berlin 1998

/7/ K. Haferkamp, P. Jäger:
Analyse von Gefahrenquellen im Betrieb
Eine Checkliste zur systematischen Überprüfung von Lager- und Produktionsanlagen mit hohem Gefahrenpotential
TÜ, 34 (1993), H. 1 S. 8-14

/8/ A. Paersch, M. Luther
Chemikalienlagerung
Verlag Springer, Berlin, 1999

/9/ Konzept für die Zusammenlagerung von Chemikalien
Verband der Chemischen Industrie e. V.
Stand Juli 1998

/10/ U. Neuser
Zusammenstellung der rechtlichen Grundlagen für die Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik
Rechtsgutachten für den SFK-Arbeitskreis „Schritte zur Ermittlung des Standes der Sicherheitstechnik“
Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, 2000

/11/ Verbund FE-Vorhaben:
Sicherheitstechnische Anforderungsprofile für Funktionseinheiten sicherheitstechnische bedeutsamer Industrieanlagen (siehe auch /3/ und /4/)
UFOPLAN Nr. 10409408

/12/ Nitsche, M.:
Entwicklung eines Dokumentationskonzeptes zum Stand der Sicherheitstechnik
Berlin, Technische Universität Diss. 1998
Wissenschaft und Technik Verlag, Berlin, 1998

/13/ Franzen, H.:
Sicherheitstechnische Anforderungsprofile für Funktionseinheiten sicherheitstechnisch bedeutsamer Industrieanlagen
Teilprojekt II: Entwicklung eines Dokumentationssystems zum Stand der Sicherheitstechnik
UFOPLAN Nr. 10409412 Juni 1996

/14/ U. Senger und S. Delling:
Sicherheitstechnische Hinweise und Anforderungen an Abschott- und Entlastungssysteme aus der Sicht der Störfall-Verordnung
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen Materialien Nr. 10, Stand 1995

5 Anhang

Überblick über die in die Datenbank eingefügte Anlage

<u>Tabelle 5-1:</u> Block 1 der Platformeranlage zur Anlage zur Rohölzerlegung

Anlagenklasse	Verfahrenstechnische Produktions- oder Verarbeitungsanlage
Unterklasse	Anlage zur Verarbeitung von Erdöl- und Erdölprodukten
Anlagenart	Rohölzerlegung und Verarbeitung zu Kraftstoff und Gasöl
Anlagenvariante	Teilanlage: Platformer
Variantenspezifikation	Block 1: Dehydrierung
Spezifikationskommentar	Eine der 4 AES-Einheiten der Teilanlage, Grundlage: Gefahrenanalyse

<u>Tabelle 5-2:</u> Funktionsgruppen zu Block 1 der Platformeranlage

Lfd Nr.	Block 1 FG Nr.	Bezeichnung
825	**0001**	Reaktion Gasreaktion an Festbettkatalysator **Endotherme Reaktion mit Vorheizung im Röhrenofen** Dehydrierung von Naphtha bei ca. 30 bar und 520°C ,endotherm, Anreicherung der Aromaten und Bildung von Wasserstoff *Anreicherung von Benzol im Kreislauf, Bildung von Wasserstoff*
826	**0002**	Heizen und Kühlen Beheizen mit Brenner- oder Strahler Heizgasbrenner **Röhrenofen** Verdampfen von Naphtha und Überhitzen auf ca. 520°C *Erhitzung des Kreislaufprodukts vor der endothermen Reaktion in Reaktor*

Lfd Nr.	Block 1 FG Nr.	Bezeichnung
828	**0003**	Trennen / Mischen / Aufbereiten Physikalisch-chemische Trennverfahren zwischen fluiden Phasen

Lfd Nr.	Block 1 FG Nr.	Bezeichnung
		Teilkondensation **Hochdruckseparator** Trennung in flüssige Kohlenwasserstoffe und wasserstoffhaltiges Gas *Trennung des Kreislaufproduktes in Gasphase (wasserstoffhaltig) zum Verdichter und Flüssigphase (benzolhaltig) zu Block 4*
827	**0004**	Fördern / Umschlagen / Zuteilen Komprimieren / Verdichten Verdichter für brennbare Gase **Kreislaufgasverdichter** Verdichten und Fördern von gasförmigen Kohlenwasserstoffen *Verdichten des gasförmigen Kopfproduktes aus dem Separator V1*
831	**0005**	Heizen und Kühlen Wärmeaustauschprozesse Indirekter Wärmeaustausch **Röhrenwärmetauscher** Kühlen von Reaktionsgasen und Vorwärmen von Einsatzprodukt *1. Kühlstufe: Kühlen des Kreislaufproduktes im Gegenstrom mit dem Kreislauf-Vorprodukt*
830	**0006**	Heizen und Kühlen Wärmeaustauschprozesse Indirekter Wärmeaustausch **Röhrenwärmetauscher** Kühlen von Reaktionsprodukt mit Brauchwasser *3. Kühlstufe: Kühlen des Kreislaufproduktes mit Brauchwasser*
829	**0007**	Heizen und Kühlen Wärmeaustauschprozesse Indirekter Wärmeaustausch **Luftkühler** Kühlen von Reaktionsgasen mit Luft *2. Kühlstufe: Kühlen des Kreislaufproduktes mit Luft*

Lfd Nr.	Block 1 FG Nr.	Bezeichnung

Lfd Nr.	Block 1 FG Nr.	Bezeichnung
835	**0008**	Fördern / Umschlagen / Zuteilen Rohrleitungen Rohrleitungssystem **Rohrleitungssystem zur Förderung von Mineralölprodukten** Förderung benzol- und wasserstoffhaltiger Kohlenwasserstoffgemische
834	**0009**	Alarm- und Schutzfunktion Abschottsysteme Abschottungssystem Abschottungssystem **Ferneinblockung** *AES-System zur Energieabschaltung, Einblockung und Entspannung von Block 1*
836	**0010**	Alarm- und Schutzfunktion Abfahr- und Abschaltsysteme Schnellabschaltung Abschaltung bei Fehlfunktion von Funktionsgruppen **Abschaltung über Anlagensteuerung** *Abschaltung der Teilanlage bei Ausfall der Mengenströme und von Komponenten*

Tabelle 5-3: Funktionsgruppe Nr. 834 : / Block 1, Nr. 009 Ferneinblockung

Klasse;	Alarm- und Schutzfunktion
Obergruppe;	Abschottsysteme
Untergruppe;	Abschottungssystem
Variante;	Abschottungssystem
Variantenspezifikation;	Ferneinblockung
Spezifikationskommentar;	Abgrenzung von "Block1" nach Gefahrenanalyse

<u>Tabelle 5-4:</u> Anlagenelemente zur Funktionsgruppe Block 1, Nr. 009 Ferneinblockung

Anlagenelement Nr.	**Block 1, FG 009 Anlagenelement Nr.**	**Anlagenelement**
1762	**0001**	Rohrleitungen und Armaturen Armaturen mit Sicherheitsfunktion Schnellschlußarmatur fernbetätigt/ automatisch fail-safe: geschlossen **AES-Armatur Block1: 8.1, 8.2, 8.3, 8.4**
1764	**0002**	Rohrleitungen und Armaturen Armaturen mit Sicherheitsfunktion Schnellschlußarmatur fernbetätigt/ automatisch **AES-Armatur Block1: 8.5**
1765	**0003**	Bedienstellen, EMSR- und Alarmeinrichtungen EMSR-Einrichtungen – Schnellabschaltung **UZ Schnellabschaltung über die Anlagensteuerung** Abschaltung in der Meßwarte **Abschaltung der elektrischen Energie**
1766	**0004**	Bedienstellen, EMSR- und Alarmeinrichtungen EMSR-Einrichtungen – Schnellabschaltung **UZ Schnellabschaltung über die Anlagensteuerung** Abschaltung in der Meßwarte **Abschaltung der Brennstoffzufuhr**
1767	**0005**	Bedienstellen, EMSR- und Alarmeinrichtungen Bedienstelle in der Meßwarte **Bedientableau** **Notabschaltung** **AES-System** **Ferneinblockung von Anlagenbereichen**

Teilanlage 5 Platformer:

ferneinblockbare Abschnitte

Hysomer-
Anlage

Block 2

Stickstoff
Fackel
Fackel
Hysomer-
Anlage
Kopfprodukt-
Reinigung
Wasser-
stoff

Block 4
Block 1

Katalysator-
Aufbereitung
Dehydrierung
Stickstoff

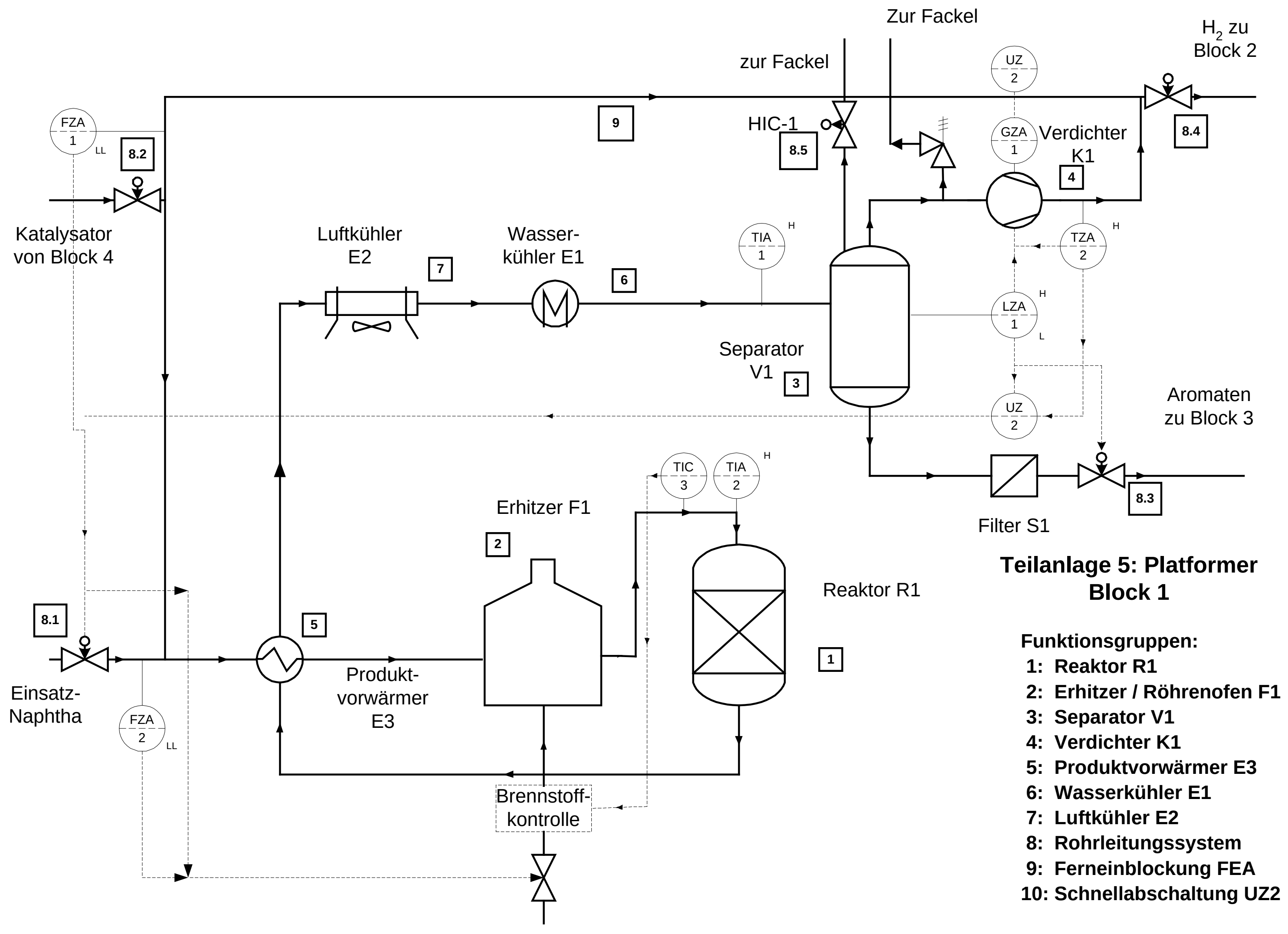
Fackel
Block 3

Aktivator
(Cont.)
Siel
Katalysator
(Faß)

Aromaten-
Vordestillation
$(C_1 - C_4)_g$
$(C_1-C_4)_{fl}$
Aromaten
Teilanlage 9
Platformat-
Fraktionierung
Drain-System

Teilanlage 4
Gasolin-
Splitter
Einsatz-
Naphtha

<u>Bild 5-1:</u> Blockfließbild der Teilanlage 5 Platformer



Teilanlage 5: Platformer
Block 1

Funktionsgruppen:
1: Reaktor R1
2: Erhitzer / Röhrenofen F1
3: Separator V1
4: Verdichter K1
5: Produktvorwärmer E3
6: Wasserkühler E1
7: Luftkühler E2
8: Rohrleitungssystem
9: Ferneinblockung FEA
10: Schnellabschaltung UZ2

Bild 5-2: Sicherheitsrelevantes RI-Fließbild des Block 1 der Teilanlage Platformer

Umweltforschungsplan
des Bundesministers für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Sicherheitstechnik

Forschungsbericht

Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik (DoSiS)
Teilvorhaben: Informationstechnische Begleitung

von

Prof. Dr. Helmut Franzen

Technische Fachhochschule Berlin

Fachbereich Informatik

Prof. Dr. Franzen

Im Auftrag

des Umweltbundesamtes

April 2000 (Rev. 09/01)

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik (DoSiS) Teilvorhaben: Informationstechnische Begleitung		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Franzen, Helmut, Prof. Dr.		**4. Titel des Berichts** 30. März 2000 **9. Veröffentlichungsdatum**
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) TFH Berlin, Franzen, Helmut, Prof. Dr.		**10. UFOPLAN-Nr.** 297 48 903 / 06 **11. Seitenzahl** **28** **12. Literaturangaben**
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 14193 Berlin		**13. Tabellen und Diagramme** **14. Abbildungen**
15. Zusätzliche Angaben Verbundforschungsvorhaben mit sechs Teilvorhaben		
16. Kurzfassung Das Dokumentationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik (DoSiS) basiert auf einer MS-Access-Datenbankentwicklung, deren Struktur und Bedienung eine Kombination von fachlicher Vorgehensweise mit modernen Windows-Bedienoberflächen darstellt. Der Funktionsumfang von DoSiS umfaßt sowohl Funktionen zum Aufbau der Datenbestände (Aufteilung in fachlich begründete Teilprojekte und deren Zusammenführung) als auch umfangreiche Abfragefunktionen zur Nutzung der gespeicherten Informationen. Insbesondere die entwickelten Recherchefunktion bieten vielfältige Möglichkeiten (z.B. mit Navigatoren, Schlagwort-Selektionen) gesuchte Informationenen zielstrebig zu erhalten. Neben der Bildschirmdarstellung wurde besonderen Wert auf das fachlich orientierte Berichtswesen gelegt. Mit ihm können alle gespeicherten Informationen, sortiert, nach verschiedenen Kriterien gefiltert und ausgedruckt werden.		
Schlagwörter Sicherheitstechnik, Störfallverordnung, Anlagensicherheit, Datenbank		
18. Preis	**19.**	**20.**

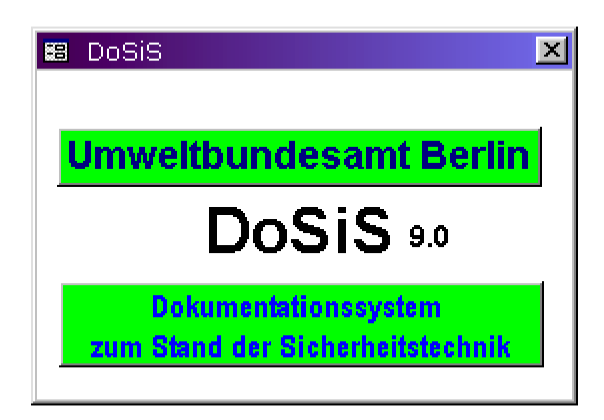
Report Cover Sheet

1. Report-No UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Documentation System of Best Available Techniques for Loss Prevention Project: Information Processing		
5. Author(s), Family Name(s) Franzen, Helmut, Prof. Dr.		**8. Report Date** March 30th, 2000 **9. Publication Date**
6. Performing Organisation (Name, Address) TFH Berlin, Franzen, Helmut, Prof. Dr.		**10. UFOPLAN-Ref. No.** 297 48 903 / 06 **11. No. of Pages** 28 **12. No. of References**
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) Bismarckplatz 1 14193 Berlin		**13. No. of Tables, Diagrams** **14. No. of Figures**
15. Supplementary Notes Combined research and development project (six projects)		
16. Abstract The documentation system of best available techniques for loss prevention is basically developed on a MS-Access data base system. The structure and the user interface are a combination of known technical proceedings and modern Windows-oriented user interfaces. The complete volume contains functions to build up the data base (divided and joined into different project parts) and various functions to apply all stored data easily. A lot comfortable query functions (i.e. navigators, key word selection) are offering rapid information retrievals. Despite on-screen viewing, the system aims to generate expressive powerful reports. All stored information can be printed , sorted and filtered by a wide range of different criterias.		
17. Keywords Safety engineering, Hazardous Incident Ordinance, plant safety, Best Available Techniques, Loss Prevention, Database System, Expert System, Data Retrieval		
18. Price	**19.**	**20.**

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1 Einleitung

Die informationstechnische Begleitung des Projektes umfaßte im Teilprojekt III im wesentlichen die Weiterentwicklung des im Ansatz existierenden Prototypen eines Dokumentationssystems zu einem fachlich akzeptierten und intuitiv leicht zu bedienenden System. Die während der Laufzeit des Projektes sich neu ergebenden technischen Möglichkeiten der Entwicklungsumgebung MS-Access wurden konsequent genutzt, so daß zum Abschluß ein Dokumentationssystem vorliegt, daß sich von der Benutzerführung weitestgehend an den fachlichen Bedürfnissen der System-nutzer orientiert. Sowohl die Gestaltung der Bedienoberfläche mittels Navigatoren, als auch die Aufbereitung der Datenbestände mittels Berichten entspricht den fachlichen Gedankengängen und Notwendigkeiten. Fachexperten mit nur wenigen DV-System-kenntnissen wird wie versierten DoSiS-Kennern gleichermaßen eine jeweils angepaßte Führung durch das System geboten.



Im Rahmen des Forschungsberichtes wird zunächst eine Übersicht über die Struktur und die Funktionalität des Systems gegeben. Das darauffolgende Kapitel beschreibt das dem System zugrunde liegende Datenmodell in verschiedenen Notation. Der Abschluß des informationstechnischen Bereichsteils bildet eine umfassende Bedienungsanleitung des **DoSiS**-Systems.

2 Übersicht

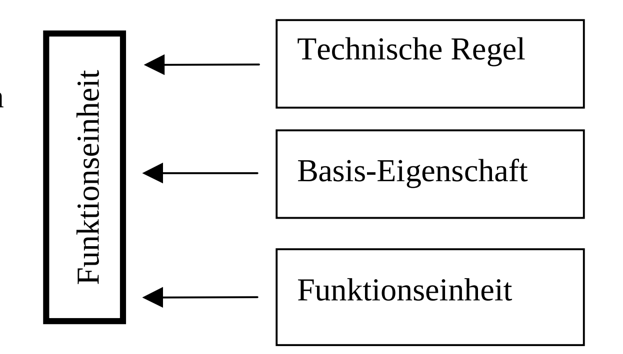
2.1 Struktur der Datenbank

Der Datenbestand des Dokumentationssystems gliedert sich in drei Klassen von Tabellen:

1. den **Funktionseinheiten** (FE) bestehend aus
   a) Anlagen.
   b) Anlageeinheiten
   c) Funktionsgruppen

2. dem **Technischen Regelwerk** (TR) bestehend aus
   a) Normen
   b) Technische Regeln
   c) BG-Schriften
   d) Verbandsempfehlungen
   e) Rechtsvorschriften
   f) Ausschussempfehlungen

3. den **Basiseigenschaften** bestehend aus
   a) Stoffklasse
   b) Handhabungsklasse
   c) Prozesskennklasse
   d) Sicherheitshinweis
   e) Standort
   f) Zeitpunkt



Die Funktionseinheiten bilden die eigentlichen Primärobjekte des Systems, denen jeweils eine beliebige Anzahl von Sekundärobjekten des Technischen Regelwerks, der Basiseigenschaften und (in Ausnahmefällen) der Funktionseinheiten zugeordnet werden kann (1:n –Beziehungen)

Daneben existieren eine Vielzahl von Hilfstabellen zur Verwaltung des Projektes und zum schnellen, effizienten Aufbau der diversen Navigatoren und Filter.

Zur besseren Handhabung der Projektdaten und Entwicklung des Systems erfolgte eine Trennung des Systems von seinen Tabellendaten und den grafischen Informationen.

Die sich so ergebende physische Struktur des Systems gliedert sich wie folgt:



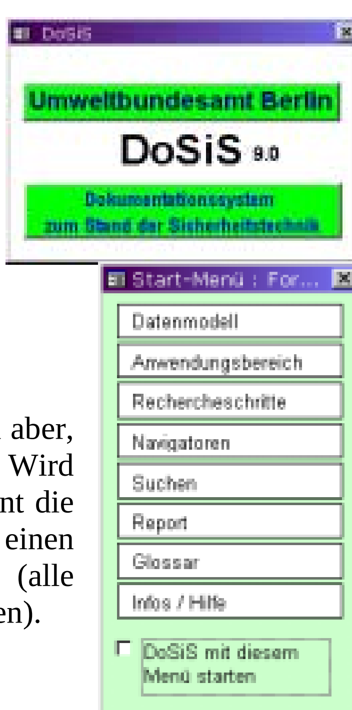
Das eigentliche System umfaßt alle Abfragen, Formulare, Berichte und Programmodule. Das System und die Tabellen sind innerhalb der Entwicklungsumgebung eingebettet, während die Grafiken (Fließbilder und Aufstellungspläne) extern in Form von Grafik-Dateien (meist im VISIO-Format) abgespeichert sind und nur bei Bedarf geladen und angezeigt werden.

2.2 Funktionsumfang

Der Funktionsumfang des Systems kann wie folgt zusammengefaßt weden:

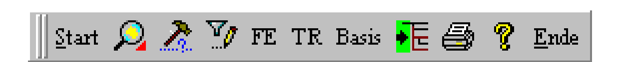
- Editieren der Datenbestände (Anlagen AN, Anlagenelemente AE, Funktionseinheiten FE
- Einrichten, Anzeigen, Bearbeiten, Löschen
- Editieren der Zuordnungen auf Funktionseinheiten
- Einrichten, Anzeigen, Bearbeiten, Löschen
- Suchen in den Datenbeständen
    - per Direktselektion
    - per Schlagwort
    - über Navigatoren
    - über Rückwärtsverfolgung eingebetteter Elemente
    - über frei definierbare und verknüpfte Filter
    - über eine Liste der letzten Aktivitäten
- Druck der aufgearbeiteten Datenbestände in Berichtsform
    - getrennt nach Objektart
    - nach Projekten
    - gefiltert nach Aktualität
    - als Kompaktliste
- Projektdatenverwaltung
- Übernahme und Synchronisation getrennt erhobener Daten
- Plausibilitätskontrolle der erfaßten Daten
- Konsistenz-Check zu übernehmender Daten
- Erfassung übernommener und zur Übernahme abgewiesener Daten
- Hinweis auf problematische Daten mit Klassifikation
- Automatische Anpasssung der Adreßräume übernommener Daten im Falle von Adress-Kollisionen
- Information und Hinweise
- Projektbeteiligte
- Fehlerliste

2.3 Bedienoberfläche



Die Oberfläche knüpft nahtlos an die Bedienungsweise bekannter grafischer Bedienoberflächen wie beispielsweise MS-Windows.

Nach dem Start von **DoSiS** zeigt sich neben dem Startfenster (siehe rechts) eine zentrale Symbolleiste DoSiS-Menü.



Im Standardfall ist sie in der obersten Zeile platziert. Sie kann aber, wie alle MS-Access-Symbolleisten, frei positioniert werden. Wird der Maus-Zeiger über eines der Symbole platziert, so erscheint die Bezeichnung der darunter liegenden Funktion. Durch einen Mausklick (linke Taste) wird diese Funktion gestartet (alle Funktionen des DoSiS-Menüs können jederzeit gestartet werden).

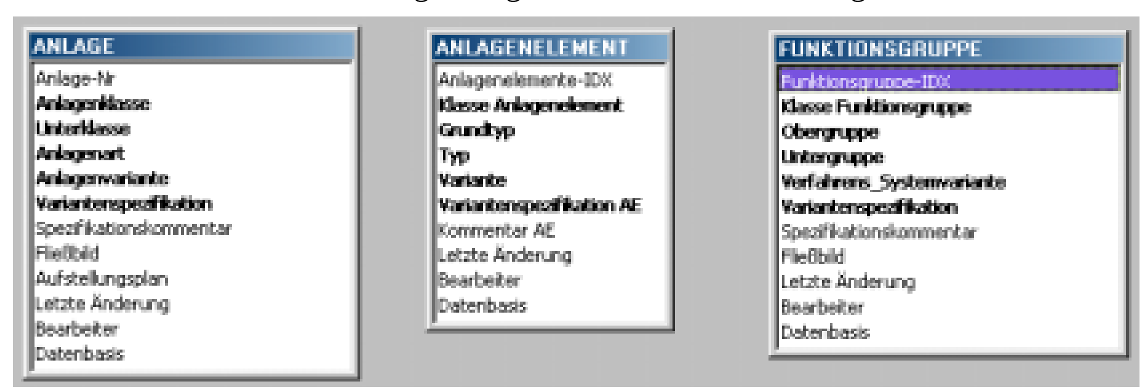
In den meisten Fällen eines Funktionsstartes wird ein neues Formular sichtbar, aus dem weitere Funktionen, im Kontext des neuen Formulares, gestartet werden können. Der Start dieser Funktionen erfolgt durch Anklicken (Maustaste links) der angebotenen beschrifteten Tasten.
Detailinformationen zu den einzelnen Funktionen finden Sie weiter unten im Hauptkapitel Bedienfunktionen.

3 Datenmodell

In diesem Kapitel wird eine Übersicht über das verwendete Datenmodell gegeben, Die Darstellung erfolgt in einen semi-formalen Form, so daß auch ohne Informatik-Kenntnisse ein Verständnis der verwendeten Datenstrukturen möglich ist.

3.1 Tabellen

Aus fachlicher Sicht bilden die drei Funktionseinheiten (FE) ***Anlage*** (AN), ***Anlagenelement*** (AE) und ***Funktionsgruppe*** (FG) die eigentliche Basis des Datenmodells bzw. des gesamten Dokumentationssystems. In den meisten Benutzermenüs und Darstellungen zeigen sich diese drei Basisbegriffe.



Die drei Funktionseinheiten sind im Dokumentationssystem als Tabellen des relationalen Datenbanksystems realisiert. In der nachfolgenden grafischen Darstellung sind diese mit ihren Spalten-Bezeichnern zu sehen.

Weiter detailliert haben die Spalten folgende Datentypen:

Spalten Anlage

Name	Typ	Größe
Anlage-Nr	Zahl (Long)	4
Anlagenklasse	Text	150
Unterklasse	Text	150
Anlagenart	Text	150
Anlagenvariante	Text	150
Variantenspezifikation	Text	150
Spezifikationskommentar	Text	255
Fließbild	Text	50
Aufstellungsplan	Text	50
Letzte Änderung	Datum/Zeit	8
Bearbeiter	Text	30
Datenbasis	Datum/Zeit	8

Spalten Anlagenelement

Name	Typ	Größe
Anlagenelemente-IDX	Zahl (Long)	4
Klasse Anlagenelement	Text	150
Grundtyp	Text	150
Typ	Text	150
Variante	Text	150
Variantenspezifikation AE	Text	150
Kommentar AE	Text	150
Letzte Änderung	Datum/Zeit	8
Bearbeiter	Text	30
Datenbasis	Datum/Zeit	8

Spalten Funktionsgruppe

Name	Typ	Größe
Funktionsgruppe-IDX	Zahl (Long)	4
Klasse Funktionsgruppe	Text	150
Obergruppe	Text	150
Untergruppe	Text	150
Verfahrens_Systemvariante	Text	150
Variantenspezifikation	Text	150
Spezifikationskommentar	Text	255
Fließbild	Text	50
Letzte Änderung	Datum/Zeit	8
Bearbeiter	Text	30

Neben diesen Haupttabellen existieren zwei weitere Arten von Tabellen: solche die das Technische Regelwerk beschreiben und Basistabellen, die Eigenschaften und Bedingungen der Funktionseinheiten spezifizieren.

Tabellen Technisches Regelwerk

- Normen
- Technische-Regeln
- BG-Schriften
- Verbandsempfehlungen
- Rechtsvorschriften
- Ausschußempfehlungen

Basistabellen

- Stoffklasse
- Handhabungsklasse
- Prozesskennklasse
- Sicherheitshinweis
- Standort
- Zeitpunkt

Auf eine detaillierte Spaltenbeschreibung wird an dieser Stelle verzichtet.

3.2 Zuordnungen

Mittels Zuordnungen werden Funktionseinheiten mit allen Eigenschaften, strukturellen Bestandteilen und Betriebsbedingungen dargestellt. Als Datenstrukturen werden Zuordnungen gewählt, die einzelne Funktionseinheiten anzeigen (referenzieren). Zu jeder Funktionseinheit AN, AE, FG können somit beliebig viele Funktionseinheiten oder Eigenschaften/Bedingungen (sofern fachlich sinnvoll und vorbereitet)zugeordnet werden.



Oben ist beispielhaft eine Zuordnungsstruktur grafisch dargestellt. Hier können beliebige viele BG-Schriften auf Anlagenelemente zugeordnet werden.

Die Übersicht zeigt die möglichen Zuordnungen in DoSiS:

Zuordnung

Norm	Technische Regel	BG-Schriften	Verbandsempfehlung	Rechtsvorschrift	Ausschußempfehlung		Stoffklasse	Handhabungsklasse	Prozesskennklasse	Sicherheitshinweis	Standort		Anlagenelement	Funktionsgruppe	
➨	➨	➨	➨	➨	➨					➨	➨			➨	**AN**
➨	➨	➨	➨	➨	➨		➨	➨		➨					**AE**
➨	➨	➨	➨	➨	➨		➨	➨	➨	➨			➨		**FG**

Zu lesen sind diese Tabelleneinträge als

Zuordnung Kopfeintrag ➨ (zu/zur) **AN** (Anlage) *oder*
AE (Anlagenlement) *oder*
FG (Funktionsgruppe)

Beispiele

Zuordnung Stoffklasse zur Funktionsgruppe
Zuordnung Funktionsgruppe zur Anlage
Zuordnung Handhabungsklasse zu Anlagenelement

Eine zweite Art bilden die Zuordnungen, die eine Spezifikation des Zeitpunktes erlaubt:

Zuordnungen des Zeitpunkts

Zeitpunkt	➨ Norm ➨ Technische Regel ➨ BG-Schriften ➨ Verbandsempfehlung ➨ Rechtsvorschrift ➨ Ausschußempfehlung

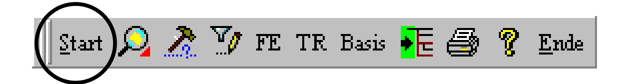
Derartige Zuordnungen werden auf vielfältige Weise im DoSiS-System aufgenommen, für Suchfunktionen aufbereitet oder beispielsweise in Berichten dokumentiert.

4 Bedienungsanleitung

Im Kapitel Bedienoberfläche (siehe oben) wurden bereits erste Hinweise auf die Art der Bedienung gegegeben. Diese Kapitel zeigt die verschiedenen Verzweigungen und Bedienmöglichkeiten der Bedienoberfläche.
Zunächst die Menüpunkte der DoSiS-Menüleiste:

4.1 Funktionen der DoSiS-Menüleiste

Diese werden durch Mausklick (links) gestartet.



Hiermit wird das DoSiS-System gestartet. Je nach Starteinstellung wird das Start-Menü für DoSiS-Einstieger mit eingeblendet (siehe rechts).





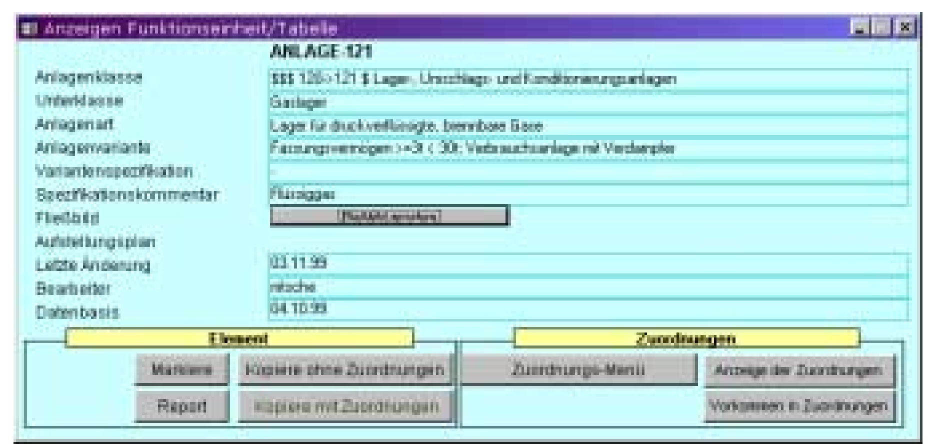
Immer angezeigt wird das Startfenster, das auch die aktuelle Versionsnummer (hier 9.0) anzeigt.

Start FE TR Basis Ende

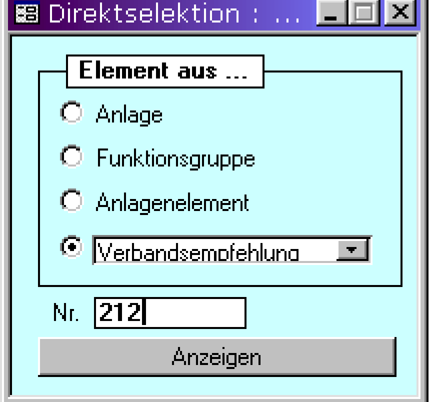
Hiermit die Direktselektion gestartet. Sofern Ihnen die Element-Nr. der Funktionseinheit (hier die Anlage 121) bekannt ist, können Sie diese direkt selektieren und sich anzeigen lassen.



Angezeigt werden dabei alle Detailinformationen des selektierten Elementes. Weitere Details können angefordert werden. Beispielsweise die grafische Anzeige des Fließbildes. Sofern keine Fließbild für dies Anlage gespeichert wäre, würde die Taste Fließbild anzeigen nicht angeboten werden.



Die im unteren Teil der Elementanzeige angebotenen Tasten werden ebenfalls kontext-abhängig eingeblendet. Sofern ein Systemnutzer ein Löschprivileg hat (also „Besitzer“ dieses Eintrages ist), darf er dieses Element verändern bzw. löschen. Somit werden Fehlbedienungen zum frühest möglichen Zeitpunkt verhindert. Bei vollständigem Privileg stehen alle Funktionen wie Element erzeugen, löschen, bearbeiten zur Verfügung. Ein neues Element wird im Standardfall per Kopie eines ähnlichen Elementes erzeugt.



Die Bearbeitung der Zuordnungen wird weiter unten in einem eigenen Unterkapitel behandelt.

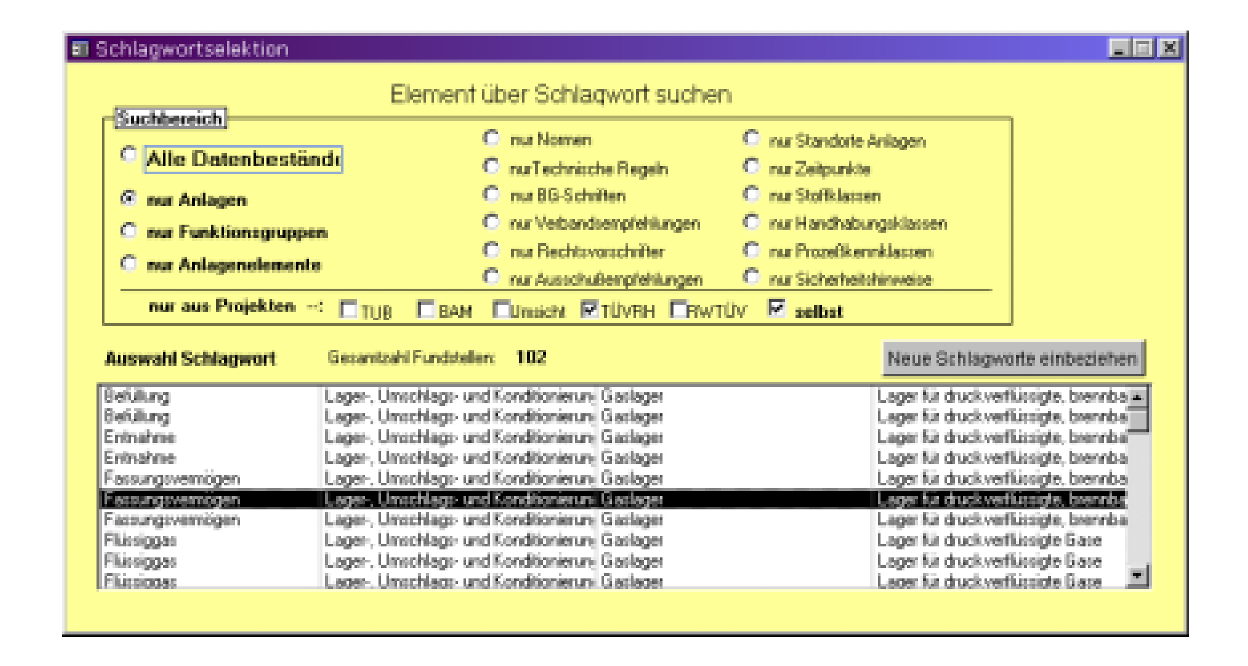


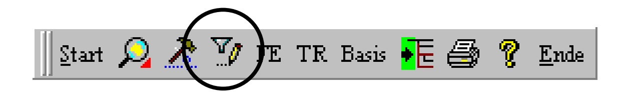
Neben den Funktionseinheiten können alle Tabellen des Technischen Regelwerkes und Basistabellen ebenfalls direkt selektiert werden.



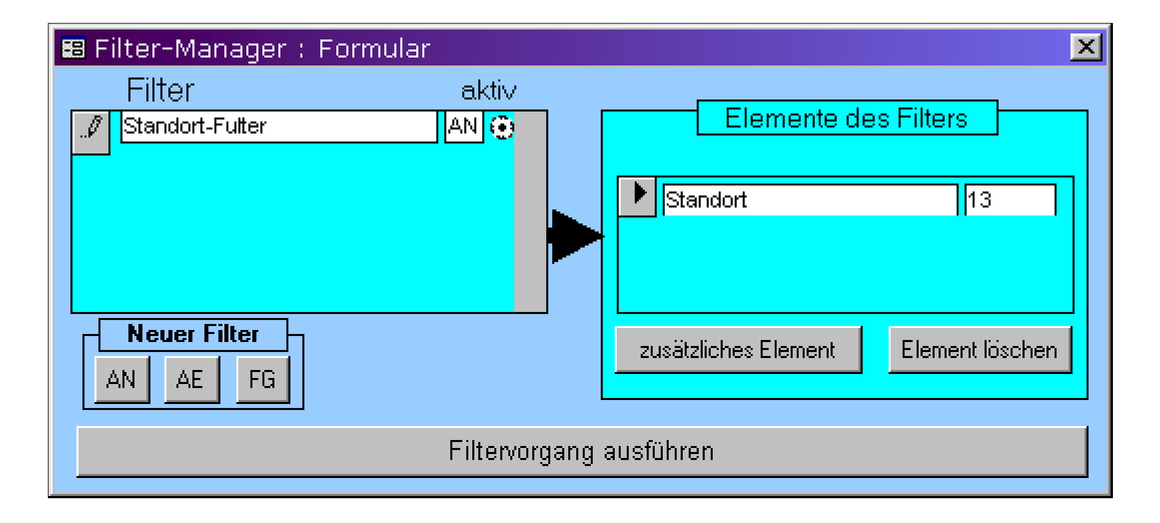
Hierüber bietet DoSiS eine Element-Selektion **per Schlagwort** an. Aus einem einschränkbaren Suchbereich (siehe oberer Teil des Formulars Schlagwortselektion) werden aus den resultierenden Datenbestände Schlagworte herausgefiltert und dann in der Schlagwortliste aufgelistet. Aus der Liste kann dann der gesuchte Begriff herausgesucht werden. Durch einen Maus-Doppelklick in der gefundenen Schlagwort-Zeile wird dann das Element (mit diesem Schlagwort), genau wie in der Direkt-Selektion zur Anzeige gebracht.

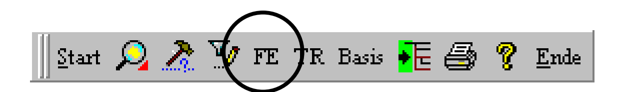
Der Bestand an Schlagworten wird dauerhaft in einer eigenen Tabelle gespeichert, so daß Suchprozesse sehr schnell ablaufen können. Lediglich nach umfangreichen Änderungen mit neuen Begriffen ist es sinnvoll diesen Gesamt-Schlagwortbestand neu zu berechnen. Diese Neuberechnung wird durch Anklicken der Taste Neue Schlagworte einbeziehen gestartet.





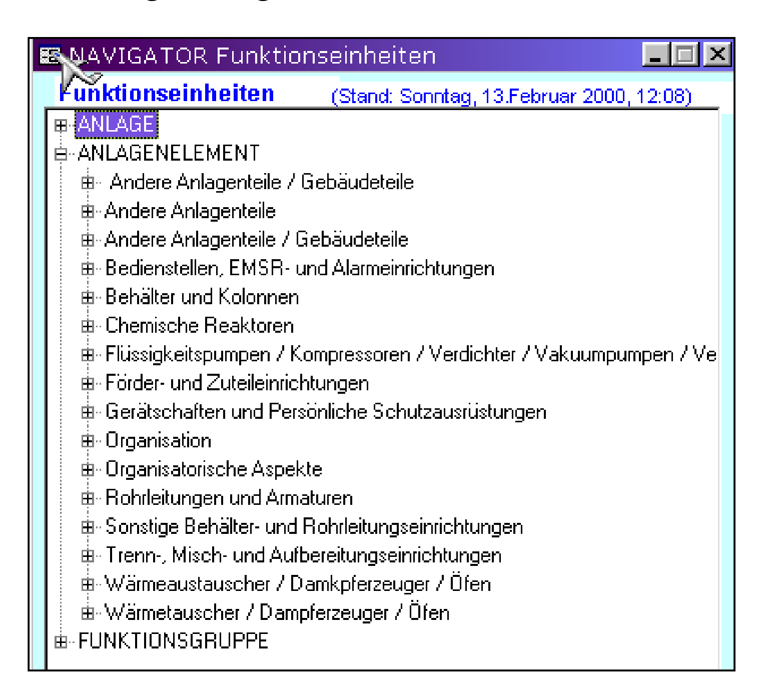
Mit einem Filter-Manager können dauerhaft Filter zum schnellen Suchen und Auffinden bestimmter Funktionseinheiten definiert werden. Die Arbeitsweise ist intuitiv eingängig und entspricht den Windows-üblichen Bedienabläufen.





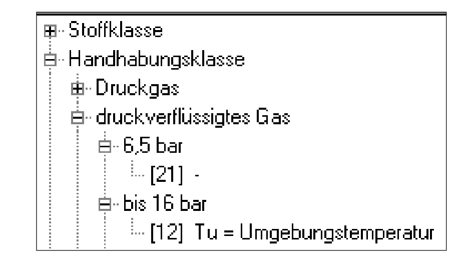
Navigatoren sind grafik-orientierte Werkzeuge zur Sichtung baumartig strukturierter Daten. In DoSiS werden die drei Hauptdatenbestände übersichtlich in eigenen Navigatoren zu Anzeige gebracht. Durch Anklicken der Knoten und Blätter (Begriffe in Anlehnung an Bäume) können Sichten auf die Daten verfeinert bzw. vergröbert oder weitergehende Aktionen (z.B. detaillierte Anzeigen einzelner Elemente, Löschen vorbereiten, Zuordnen usw.) gestartet werden. Der enorme Vorteil dabei ist Übersichtlichkeit und der intuitive Zugang zu den Aktionen.

Der erste Navigator zeigt alle Funktionseinheiten an.



Im Kopf des Formulars erscheint das Datum der letzten Berechnung. Ähnlich wie bei der Schlagwort-Selektion wird ein optimiertes Berechnungsverfahren angewandt, das einmal berechnete Navigator-Daten dauerhaft ablegt und einen schnellen Neuaufbau des Generators garantiert. Lediglich nach Änderungen sollte dieser Datenbestand neu berechnet werden. Das eingeblendete Datum zeigt den Zeitpunkt der letzten Bestandsaufnahme. Eine Neuberechnung wird durch
angestoßen.

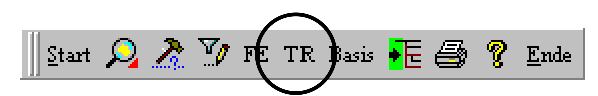
Innerhalb des Navigator-Baumes finden sich folgende Funktionen:



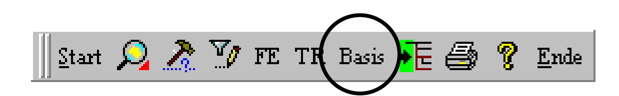
+
Knoten kann verfeinert werden durch Mausklick (z.B. Stoffklasse)

-
Verzweigung kann durch Mausklick auf Knoten reduziert werden (z.B. druckverflüssigte Gase).

[nr] Text (z.B. „[12] Tu = Umgebungstemperatur“)
Blatt des Baumes (z.B. Handhabungsklasse Nr. 12) erreicht. Durch Mausklick erfolgt die Anzeige des Elementes wie durch eine Direkt-Selektion.



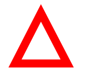
Hier handelt es sich um den Start des Navigators Technische Regeln. Er funktioniert genau wie der oben beschriebene Navigator für Funktionseinheiten.



Hier handelt es sich um den Start des Navigators Basistabellen. Er funktioniert genau wie der oben beschriebene Navigator für Funktionseinheiten.



Diese Funktion leitet eine Neuberechnung des Navigators ein.

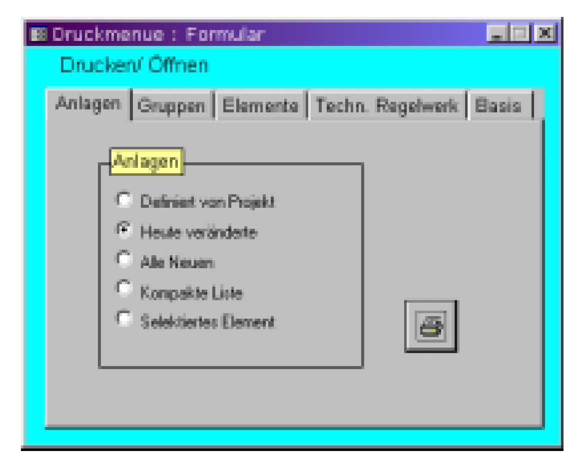


Achtung!
Nur der jeweils sich im Fokus befindliche Navigator wird neu berechnet. In den Fokus nehmen (fokussieren) erfolgt durch das anklicken (Maustaste links) des gewünschten Navigators. Windows quittiert den gesetzten Fokus (auf der Windows-Bedienoberfläche fast überall) durch ein optisches Hervorheben des äußeren Objektrahmens. Sofern dies nicht vorher geschah, quittiert DoSiS dies mit einer entsprechenden Fehlermeldung.



Das Druckmenü ist quasi das Kontrollzentrum für das Berichtswesen, so daß sämtliche Daten des Dokumentationssystem in adäquater Weise aufbereitet gedruckt werden können. Ähnlich einem Karteikasten können für die verschiedenen Tabellen und Tabellenarten (siehe Beschriftung der Register) getrennte Menüs aufgeklappt und mit verschiednen Optionen zum Druck gebracht werden.

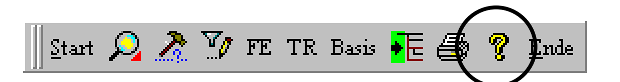
Nach Anklicken des Druck-Startknopfs erfolgt der Aufbau des entsprechenden Berichtes. Bevor er endgültig zum Drucker geschickt wird, kann er noch einmal in einer Vorschau angesehen werden.



Zu den Berichtsvariationen (hier von Anlagen) gehören die Filteranwendung

- nach Projekten
- nach aktuellen, heute geänderten Einträgen
- nach neuen (jünger als letztes Update-Datum)
- Kompakte Listen nach Projekten
- die Selektion einzelner Elemente

In ihrer Variationsbreite stellt das Berichtswesen eine besondere Stärke des Dokumentationssystems dar.



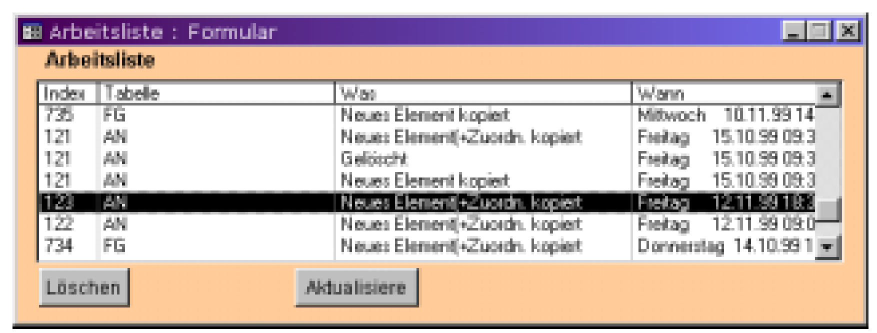
Über diesen Menüpunkt werden verschiedene Informationen angeboten. Angefangen mit den Informationen über die **Systemträger** des Dokumentationssystems und die **Projektbeteiligten**.

Die Taste **Systemversionen** zeigt den aktuellen Stand des Systems und des Datenbestandes (Datenbasis).

Projektfehler stellt eine Liste der aufgetretenen und behobenen Fehler dar. Die Anzeige des **Standardlaufwerk** ermöglicht (zukünftig) die freie Festplattenplazierung von System und Daten (noch in Arbeit).

Mit **Anzeige Startmenü** kann ein Ausschalten der Option wieder rückgängig gemacht werden, so daß beim nächsten DoSiS-Start wieder das Start-Menü angezeigt wird.

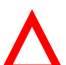
Über das **Arbeitsprotokoll** bietet sich eine weitere Möglichkeit der Element-Selektion. Es funktioniert als „Gedächtnis“ der letzten Arbeitsschritte, läßt somit noch einmal alle Arbeitsschritte nachvollziehen. Es kann aber auch genutzt werden, eines der zuletzt bearbeiteten Elemente (Tabellen oder Zuordnungen) wiederzufinden und zu selektieren (Element auswählen per Mausklick und durch Doppelklick zur Anzeige bringen)



Index	Tabelle	Was	Wann
735	FG	Neues Element kopiert	Mittwoch 10.11.99 14
121	AN	Neues Element(+Zuordn. kopiert	Freitag 15.10.99 09:3
121	AN	Gelöscht	Freitag 15.10.99 09:3
121	AN	Neues Element kopiert	Freitag 15.10.99 09:3
123	AN	Neues Element(+Zuordn. kopiert	Freitag 12.11.99 18:3
122	AN	Neues Element(+Zuordn. kopiert	Freitag 12.11.99 09:0
734	FG	Neues Element(+Zuordn. kopiert	Donnerstag 14.10.99 1

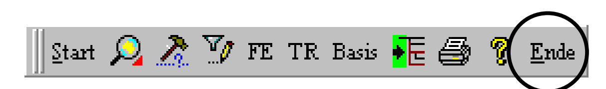
Die Taste **Projektdaten** startet das Formular Übersicht Projektdaten und dient der Unterstützung der Datenzusammenführungen. Für Standardanwendungen hat dieses Formular zur Zeit keine Bedeutung.

Die beiden Tasten **Reset Navigatoren** und **Reset Filter** löschen vorhandene (temporäre) Berechnungen zum Schnellaufbau der Navigatoren und Filter. Damit kann erstens Speicherplatz frei gemacht und zweitens nach Datenveränderungen (z.B. der Übernahme neuer Daten) eine neue Grundposition zur Berechnung geschaffen werden. Konflikte zwischen neuen Datenbeständen und alte Navigatoren können damit gelöst werden.



Achtung!

Im Falle eines Systemabsturzes beim Navigatoraufbau sollte die Funktion Reset Navigator (ohne Start des gesamten DoSiS-Systems, entweder über den Aufruf des Info-Formulars aus dem DoSiS-Menü oder durch Aufruf des Makros ResetFilter) unbedingt aufgerufen werden.



Damit wird DoSiS beendet. Alle Formulare werden geschlossen. Alle Änderungen in den Tabellen müßten dauerhaft abgespeichert sein.

4.2 Tabellen bearbeiten

Wie weiter oben ausgeführt, bestehen dies Daten in DoSiS aus Tabellen und Zuordnungen, Die typischen Funktionen zur Bearbeitung sind die **Anzeige**, **Erzeugung**, **Veränderung** (Edit) und das **Löschen** von Tabellenelementen:

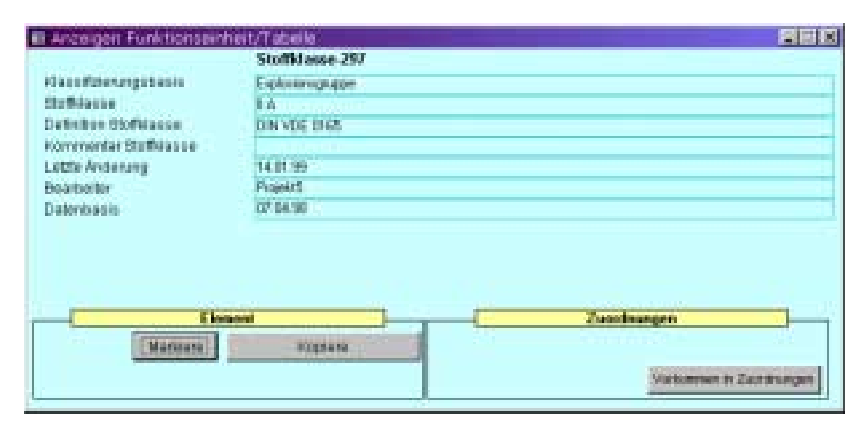
Anzeigen von Tabellenelementen

Angezeigt werden immer die Dateninhalte einzelner Tabellenelemente. Voraussetzung für die Anzeige ist dabei die Selektion des gewünschten Elementes.

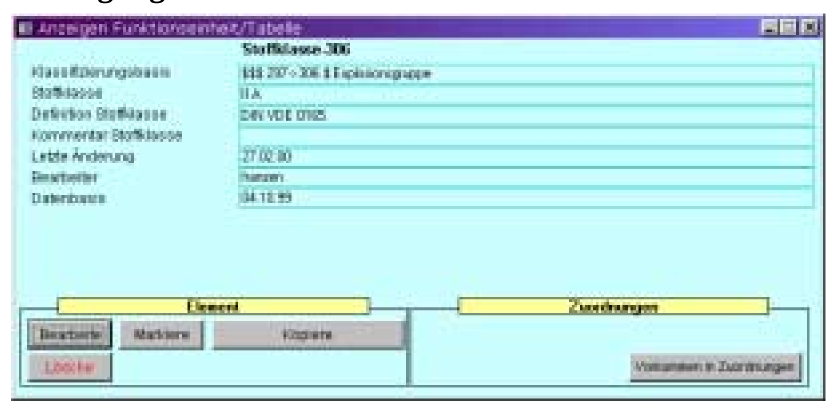
Folgende **Selektionsarten** wurden bei der Beschreibung des DoSiS-Menüs bereits behandelt:

- Direktselektion
- Selektion per Schlagwort
- Selektion per Navigator (FE, TR, Basis)
- Selektion per Filter
- Selektion per Arbeitsprotokoll

Außerdem bieten sich während der Anzeige von Zuordnungen vielfältige Möglichkeiten, sich die im Kontext befindlichen Tabellenelemente ebenfalls anzeigen zu lassen. Das Ergebnis ist in jedem Falle die Anzeige eines selektierten Tabellenelementes.



Erzeugung von Tabellenelementen



Aus fachlicher Sicht basieren Tabellenelemente immer auf ähnliche, bereits existierende Tabellenelemente. Deshalb werden neue Tabellenelemente grundsätzlich durch Kopieren existierender Elemente erzeugt.

Eine Kopie des Elementes Stoffklasse-297 würde durch das Anklicker den Taste **Kopiere** erzeugt und hätte dann folgendes Aussehen:
Die Unterschiede sind sofort sichtbar. Der erste Eintrag (hier Klassifizierungsbasis) hat die Kopier-Markierung „$$$ 297 -> 306 $ als Präfix erhalten. Damit wird erst einmal festgehalten, daß dieses Element aus dem Element 297 (als Kopie) hervorgegangen ist. Dies garantiert, daß es auch namentlich von dem Element 297 verschieden ist und somit in die Datenbank aufgenommen werden kann. Ein weiterer Effekt zeigt sich in der Auswahl der angebotenen Tastenfunktionen im unteren Teil des Formulars. Während Stoffklasse-297 offensichtlich von Projekt5 ***besessen*** wird und keine Bearbeitung und Löschung möglich ist, erscheint nun für Stoffklasse-306 nun „franzen" (der Kopierer) als neuer Besitzer, ausgestattet mit dem Lösch- und Bearbeitungsprivileg.

Eine sinnvolle Nutzung des neuen Elementes erfordert die Bearbeitung (siehe nachfolgende Ausführungen) der Inhalte des Elementes, insbesondere der Überschreibung der temporären Kopier-Markierung.

Bearbeitung von Tabellenelementen

Das nach dem Anklicken der Taste **Bearbeite** gezeigte Formular bietet das direkte Überschreiben der Inhalte (hier Stoffklass-306) an.



Dieses Editieren der Inhalte ist Windows-konform. Verändert können alle Zeichen, die sich in den weißen Feldern befinden. Dies gilt für alle DoSiS-Formulare!

Nach Beendigung des Editierens können die veränderten Inhalte dann entweder gespeichert oder verworfen (alter Zustand wird wieder hergestellt) werden.

Löschen von Tabellenelementen



Sofern die Berechtigung zum Löschen des Tabellenelelementes besteht, kann dieses durch Anklicken der Taste **Lösche** eingeleitet werden. Aus Sicherheitsgründen muß ncoh einmal eine Bestätigung mit „Ja“ erfolgen. Danach ist das Tabellenelement unwiderruflich gelöscht

Sofern Tabellenelemente Funktionseinheiten sind und auf das zu löschende Element Zuordnungen existieren, werden diese, nach einem entsprechenden Hinweis und einer „Ja“-Bestätigung, ebenfalls gelöscht.



4.3 Zuordnungen bearbeiten

Genau wie Tabellenelemente können Zuordnungen bearbeitet werden. Auch hier sind die typischen Funktionen zur Bearbeitung die **Anzeige**, die **Erzeugung**, die **Veränderung** (Edit) und das **Löschen.**:

Zuordnungen sind mit den Begriffen Hauptelement und zugeordnetes Element versehen.

Zuordnung:



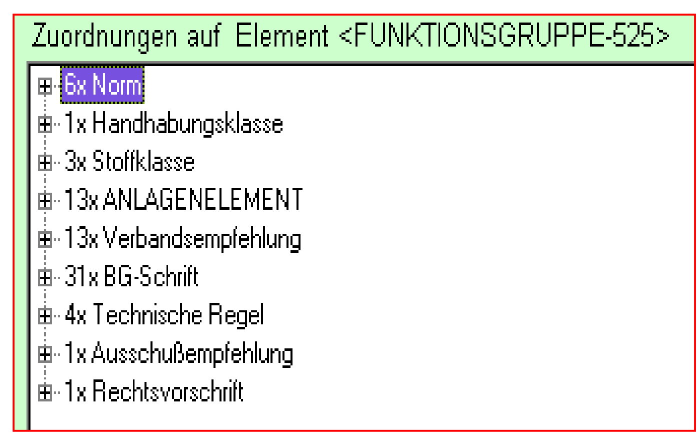
Hauptelemente sind (mit der Ausnahme der Zuordnungen des Zeitpunktes) immer Elemente der Funktionseinheiten (AN, AE, FG). Zugeordnete Elemente dagegen können sich auf alle Tabellen beziehen (entsprechend der potentiellen Struktur, siehe Kapitel 3.2 Zuordnungen)

Anzeigen von Zuordnungen



Im Gegensatz zu Tabellenelementen können Zuordnungen nur über den Umweg eines Tabellenelementes selektiert und angezeigt werden.

Über den Tastenklick **Anzeige der Zuordnungen** können alle Zuordnungen, die diesem Tabellenelement zugeordnet sind, in einer Navigator-Darstellung aufgelistet werden.

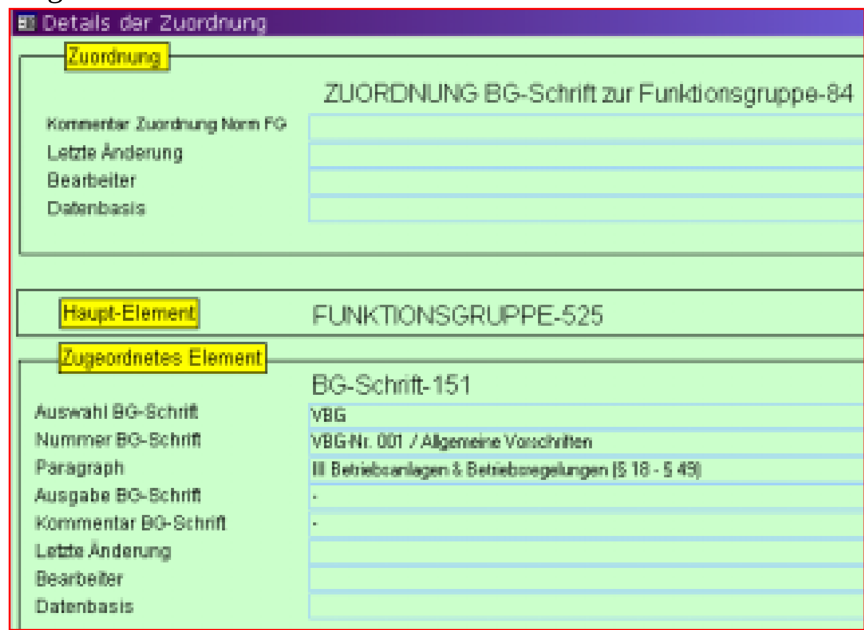


Der Navigator liefert eine vollständige Auflistungen aller Zuordnungen, gruppiert (und durchgezählt) der Jeweiligen zugeordneten Tabellenelemente (z.B. 4 Technische Regeln und 31 BG-Schriften)

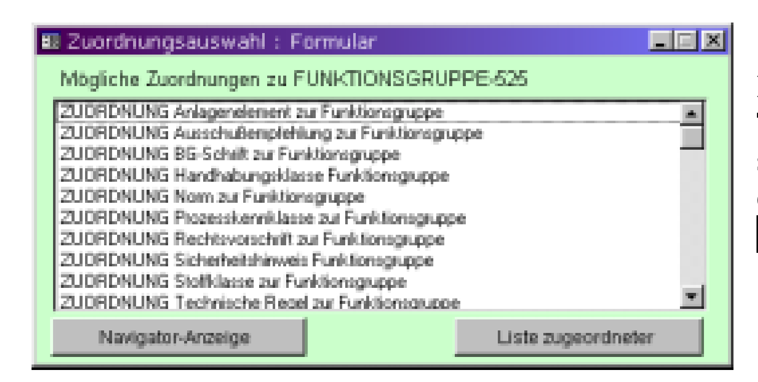
Durch Auflösen der Knoten kann schließlich eine einzelne Zuordnung im Detail angezeigt oder bearbeitet werden. Im unteren Teil des Formulars werden nun Tasten sichtbar.

31x BG-Schrift
VBG
VBG-Nr. 001 / Allgemeine Vorschriften
III Betriebsanlagen & Betriebsregelungen (§ 18 - § 49)
[E151][Z84]
VBG-Nr. 061 / Gase
4x Technische Regel
1x Ausschußempfehlung
Zugeordnetes Element | Hauptelement | Anzeigen Zuordnung | Neue Zuordnunger

Durch Anklicken der Taste **Anzeigen Zuordnung** wird die Zuordnung mit allen Details angezeigt

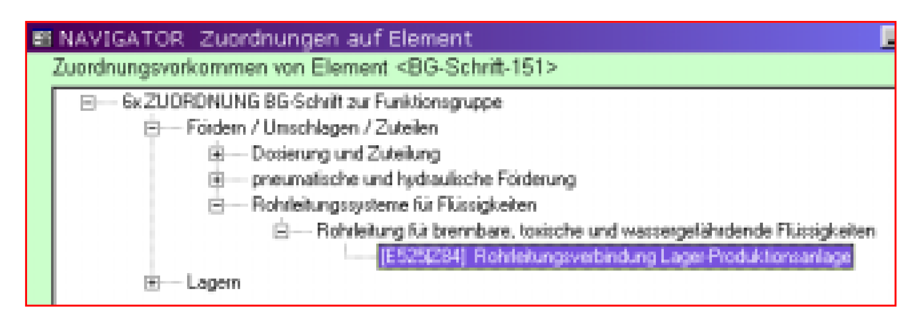


Dieser oben beschriebene Selektionsweg führte über das Haupt-Element. Der umgekehrte Weg führt das zugeordnete Tabellenelement, quasi rückwärts, zur Zuordnung.



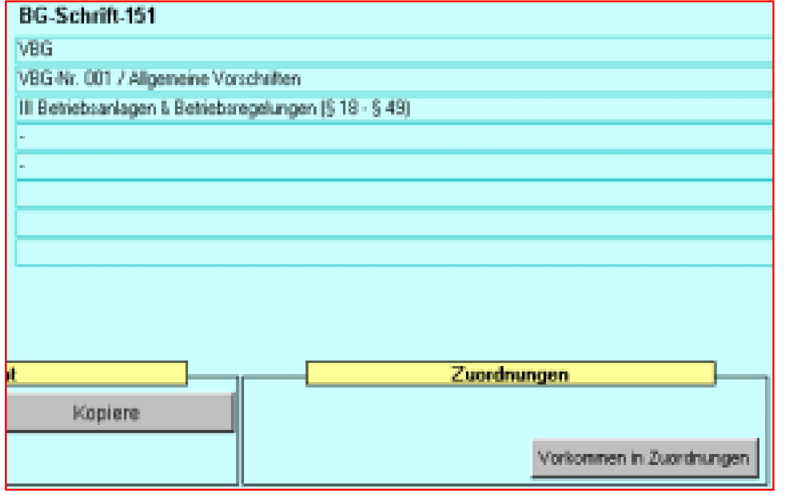
Das selektierte zugeordnete Tabellenelement (hier im Beispiel BG-Schrift-151) offeriert die Taste **Vorkommen in Zuordnungen**.

Das Anklicken dieser Taste führt zur Öffnung eines neuen Navigators Zuordnungsvorkommen, der anzeigt, dass das Tabellenelement BG-Schrift-151 sechs mal in Zuordnungen auf Funktionsgruppen (keine Zuordnungen auf andere Funktionseinheiten) eingebunden ist. Die Verfolgung der Eigenschaften im Navigator zeigt schließlich die Zuordnung auf das Hauptelement Funktionsgruppe-525 an.



Der Doppelklick auf diese Zuordnung führt dann wiederum zum obigen Formular „Details der Zuordnung“ (im konkreten Beispiel zur identischen Formular-Anzeige).

Neue Zuordnungen erzeugen

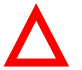


Die Anzeige einer Funktionseinheit offeriert, sofern Sie Besitzer des Tabellenelementes sind, die Taste **Zuordnungs-Menü**.

Das Anklicken führt zu nebenstehenden Formular, das eine Liste mögliche Zuordnungen zur Auswahl anbietet.

Nach Auswahl der

Zuordnungsart kann, entweder über ein Doppelklick (oder über Anklicken der Taste Navigator-Anzeige) ein Zuordnungs-Navigator geöffnet werden. Hier kann die Zuordnung durchgeführt werden.



Mögliche Fehlerfälle

- Das Tabellenelement ist bereits zugeordnet. Es erfolgt ein entsprechender Fehlerhinweis.
- Das Tabellenelemt kann nicht zugeordnet werden, da dieses Funktionseinheit bereits „eingefroren“ ist und keine Veränderungen mehr zugelassen sind.

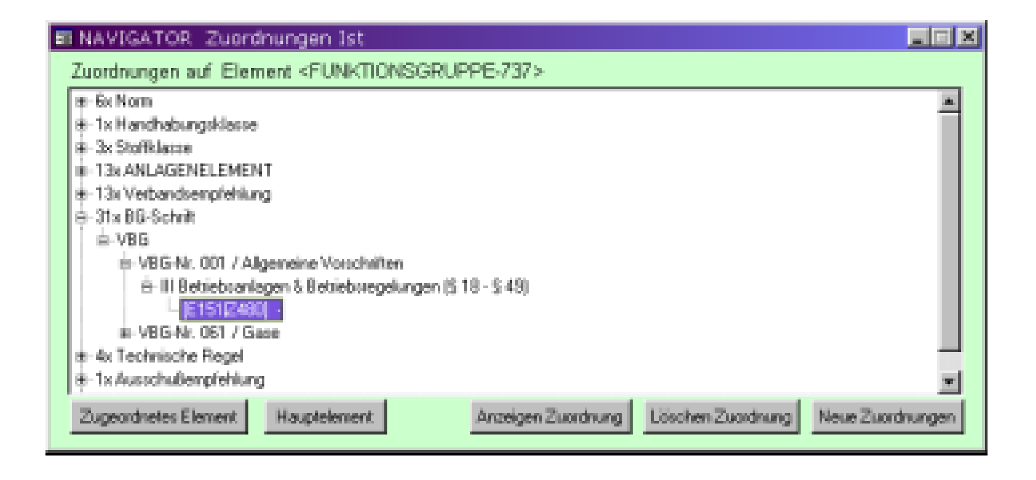
Zuordnungen bearbeiten

Angezeigt werden immer die Dateninhalte einzelner Tabellenelemente. Voraussetzung für die Anzeige ist dabei die Selektion des gewünschten Elementes.

Zuordnungen löschen

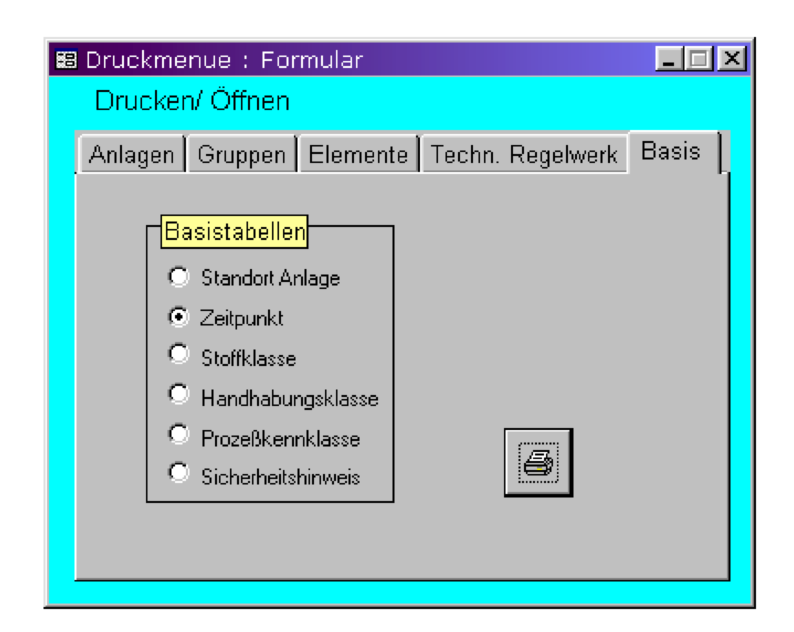
Aus der oben beschriebenen Situation „Anzeigen von Zuordnungen“ wird das Tastenfeld

Anzeige der Zuordnungen sichtbar. Das Anklicken führt zu einer Navigator-Darstellung der Ist-Zuordnungen.



4.4 Berichtswesen

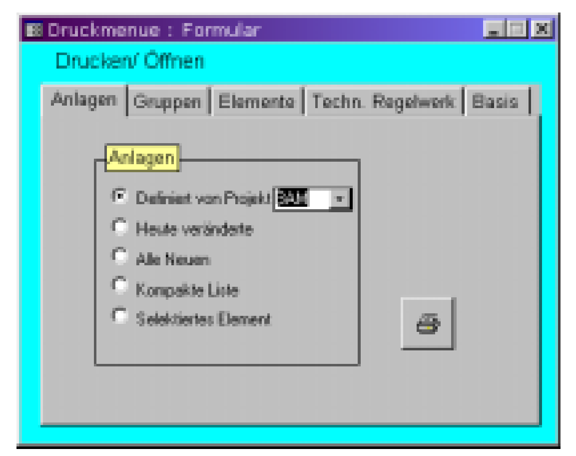
In der Regel erfolgt der Aufruf durch Anklicken der Taste im DoSiS-Menü. Zusätzlich kann der Aufruf auch aus anderen Formularen erfolgen. In allen Fällen erscheint das nebenstehende Druck-Menü in Form eines Registers.



Zur Auswahl stehen die „Register-Karten“ Anlagen, Gruppen, Elemente, Technisches Regelwerk und Basis-Tabellen.

Der Aufbau der ersten 3 Register-Karten ist identisch. Die Ausführungen über Anlagen gelten ebenso für Elemente und Gruppen!

Die erste Berichtsoption sieht einen umfassenden Anlagen-Bericht , entweder für ein konkretes Projekt, oder für alle Projekte vor. Die zweite Option reduziert die Anlagen-Berichte auf die aktuell erstellten. Diese und die nächste Option sind hilfreich für Bearbeiter der Datenbank. Die dritte Option stellt alle seit der letzen Datenversion neu erzeugten Anlagen zusammen. Die Option „Kompakte Liste“ biete ebenso wie die erste eine Aufteilung nach Projekten. Allerdings werden die Berichte in kompakter Form gedruckt.



Die letzte Option ermöglicht den Ausdruck einer einzelnen Anlage. Notwendig ist die Angabe der *Anlagen-Nr*. Sofern vor Aufruf des Druck-Menüs eine konkrete Anlage bearbeitet wurde, wird die Nummer dieser Anlage als Vorschlag bereits angezeigt.
Die vierte und die fünfte Register-Karte eröffnen den Ausdruck des Techn. Regelwerks bzw. der Basistabellen in einer etwas anderen Form. Hier können die einzelnen Tabellen explizit ausgedruckt werden. Weitere Filtermöglichkeiten sind nicht vorgesehen.

4.5 Grafiken (Fließbilder, Aufstellungspläne)

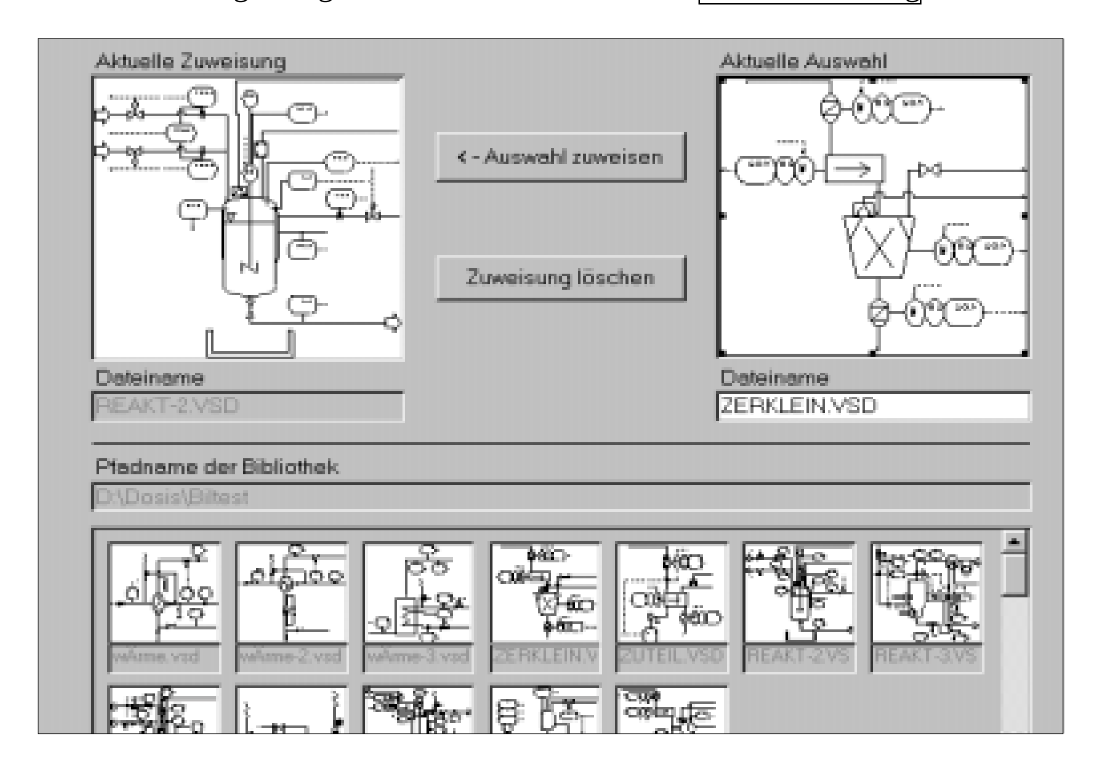
Die Darstellung der Anlagen und Funktionsgruppen wird zusätzlich zu den textuellen mit grafischen Informationen angereichert. Fließbilder können für beide Funktionseinheiten gespeichert werden . Anlagen bieten zusätzlich die Möglichkeit der Darstellung eines Aufstellungsplanes. Gespeichert wird lediglich der Dateiname der Grafik. Das Laden der Grafik erfolgt erst bei Bedarf, so daß die Datenbank lediglich Texte enthält und somit auch bei großen Beständen von Funktionseinheiten und

Anzeigen Funktionseinheit/Tabelle

	ANLAGE 84		
Anlagenklasse	Behandlungs-, Verwertungs- und Beseitigungsanlagen		
Unterklasse	physikalisch /chemische Behandlungs-, Verwertungs- und Beseitigungsanlagen		
Anlagenart	Aufarbeitungsanlage für organische Lösemittel		
Anlagenvariante	-		
Variantenspezifikation	-		
Spezifikationskommentar	Beispiel		
Fließbild	absch.vsd	Ansehen	Neu Zuweisen
Aufstellungsplan	zuteil.vsd	Ansehen	Neu Zuweisen
Letzte Änderung			
Bearbeiter			

Zuordnungen relativ klein bleibt.

Obige Darstellung zeigt eine konkrete Anlage, die ein Fließbild und einen Aufstellungsplan enthält. Durch Anklicken der zugeordneten Tasten Taste können diese in unterschiedlichen Größen zur Anzeige gebracht werden. Eine Bearbeitung der Grafik-Zuordnung erfolgt durch Anklicken der Taste Neue-Zuweisung.



Eine Bearbeitung der Grafik-Zuordnung geschieht aus dem oben abgebildeten Menü. Nach dem automatischen Laden der im Bilder-Verzeichnis (im Regelfall

D:\dosis\bilder) abgelegten VISIO-Grafiken werden diese in Form einer Dia-Übersicht angeboten. Durch Anklicken eines Dias erfolgt eine vergrößerte Vorschau der ausgewählten Grafik im Fenster „aktuelle Auswahl“. Soll die ausgewählte Grafik der Anlage bzw. der Funktionseinheit zugeordnet werden, muß lediglich die Taste Auswahl zuweisen angeklickt werden. Damit ist die Neuzuweisung abgeschlossen.

Weitere Bearbeitungsmöglichkeiten:

- **Dateinamen der Grafik ändern**
  lediglich den Dateinamen überschreiben
- **Grafik bearbeiten**
  (sofern das VISIO-Grafikprogramm vorhanden)
  per Maus-Doppelklick die ausgewählte Grafik anklicken, VISIO wird mit zusammen mit der Grafik geladen.

5 Systemeinrichtung

Das Dokumentationssystem DoSiS ist eine geteilte Datenbank, die innerhalb der Entwicklungsumgebung MS-Access 97 (unter Windows 95, 98 oder 2000) lauffähig ist. Außerdem muss das Grafiksystem VISIO 5.0 installiert sein.
Aus entwicklungstechnischen Gründen muß die Datenbank (noch) zwingend auf einem Laufwerk D: ein einem Unterverzeichnis „dosis“ aufgebaut werden.

Die zum System gehörigen Dateien sind:

In D:\dosis	**In D:\dosis\bilder**
dosissys.mdb dosistab.mdb dosiscfg.mdb dosis.mdw	Alle VISIO-Grafiken

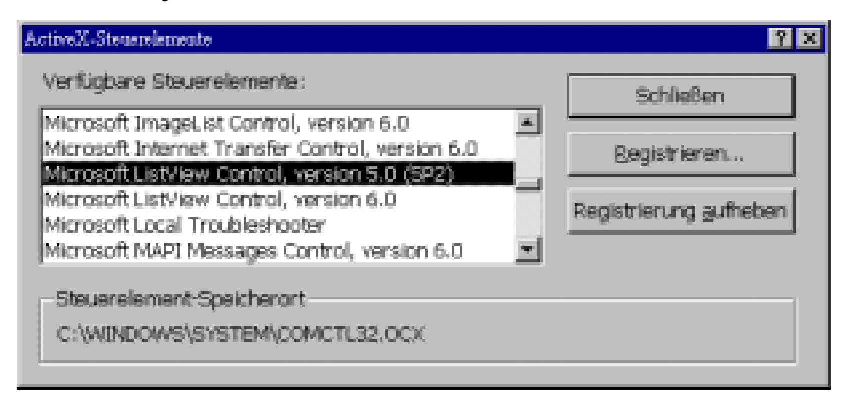
Aufgerufen wird DoSiS aus Windows mit

MSACCESS d:\dosis\dosissys.mdb /wrkgrp d:\dosis\dosis.mdw

DoSiS nutzt neuere ActiveX-Möglichkeiten von Microsoft zur Darstellung der Navigatoren. Sofern sie nicht die aktuellen Klassenbibliotheken bereits installiert haben, müssen zumindest die Datei "COMCTL32.OCX" nachladen.

Folgende Schritte sind notwendig

1. Kopieren Sie die Datei "COMCTL32.OCX" in das Verzeichnis "C:\windows\system\"



2. Nachdem DoSiS aus MS-Access geöffnet wurde (ohne zu starten), muss die Bibliothek wie folgt eingebunden werden: Öffnen eines Moduls "Neu", die beiden Untermenü-Punkte "Extras-Verweise" und "Extras-ActiveX-Steuerelemente" werden gestartet und die beiden nachfolgenden Bindungen werden überprüft, bzw. wiederhergestellt.

3. Danach schließen Sie das leere Modul wieder und beenden MS-Access. Danach kann MS-Access mit Dosis erneut gestartet werden und auf die unterstützenden Bibliotheken zugegriffen werden. .

E N D E

INDEX